



(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-41012

(P2001-41012A)

(43)公開日 平成13年2月13日(2001.2.13)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F 1	テ-マ-ト(参考)
F 01 L 1/34		F 01 L 1/34	E 3 G 0 1 3
F 01 M 1/16		F 01 M 1/16	A 3 G 0 1 6
F 02 D 13/02		F 02 D 13/02	G 3 G 0 8 4
41/04	3 1 0	41/04	3 1 0 H 3 G 0 9 2
	3 3 0		3 3 0 H 3 G 3 0 1

審査請求 未請求 請求項の数25 OL (全42頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平11-217393

(22)出願日 平成11年7月30日(1999.7.30)

(71)出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72)発明者 一瀬 宏樹

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動
車株式会社内

(72)発明者 加藤 雄一

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動
車株式会社内

(74)代理人 100077517

弁理士 石田 敏 (外3名)

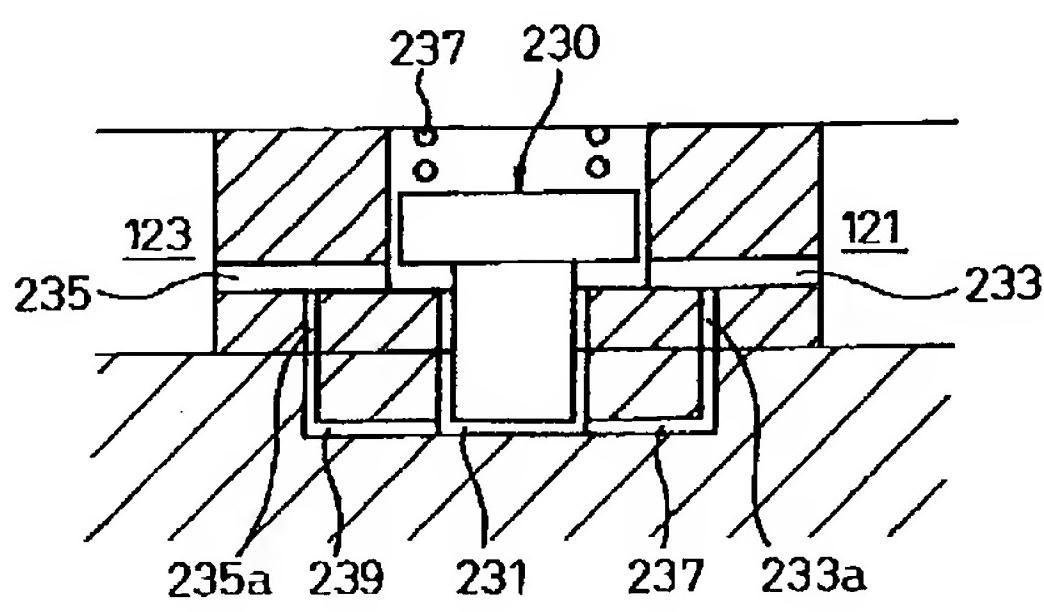
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 内燃機関のバルブタイミング制御装置

(57)【要約】

【課題】 中間位置ロックピンの誤作動を防止可能なバ
ルブタイミング制御装置を提供する。【解決手段】 内燃機関にペーン式可変バルブタイミング
機構10を設け、機構10のペーン体110に中間位
置ロックピン230を設ける。更に、機構10のハウジ
ング100の最遅角位置と最進角位置との中間のバ
ルブタimingで中間位置ロックピンと整合する位置に中
間位置ロック孔231を設ける。ロックピンをリフトさせ
るリフト油圧通路233、235とロック孔231とを
ペーン体が中間位置にある時にのみ接続する油圧通路2
37、239を設ける。ロックピンがリフトしているた
きには、ペーン体が中間位置通過時に油圧通路237、
239を介してリフト油圧がロック孔にも供給されるた
め、ロックピンが誤作動によりロック孔と係合するこ
とが防止される。

図6



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 内燃機関のカムシャフトとクランクシャフトとのうちの一方に連結されるとともに、内部に放射状に形成された仕切壁を有するハウジングと、前記カムシャフトとクランクシャフトとのうち他方に連結されるとともに、前記ハウジング内部に回動可能に配置され、前記仕切壁によりハウジング内に形成される区画を進角油圧室と遅角油圧室とに区分する放射状ベーンを有するベーン体と、前記進角油圧室と遅角油圧室とに供給する作動油圧力を制御し前記ベーン体を前記ハウジングに対して相対回転させることによりクランクシャフトとカムシャフトとの相対回転位相を変化させる油圧制御装置と、前記ベーン体に設けられ、前記油圧室内の圧力が所定の圧力より低いときにベーン体から突出してハウジングに設けられた係合孔に係合し、ベーン体をハウジングに対してバルブタイミング最進角位置と最遅角位置との中間位置に係止する中間位置ロックピンと、を備えた内燃機関のバルブタイミング制御装置において、前記ベーン体内に位置する前記中間位置ロックピンの受圧部と前記油圧制御装置とを接続し、前記油圧制御装置から中間位置ロックピンを前記係合孔から離脱する方向に押圧する作動油を供給する、前記ベーン体内に形成されたロックピンリフト油圧通路と、前記ベーン体が前記中間位置にある時に、前記ロックピンリフト油圧通路と前記係合孔とを連通し、前記中間位置ロックピンを係合孔から離脱する方向に押圧する作動油を係合孔内に供給する第2のロックピンリフト油圧通路と、を備えた内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【請求項2】 内燃機関のカムシャフトとクランクシャフトとのうちの一方に連結されるとともに、内部に放射状に形成された仕切壁を有するハウジングと、前記カムシャフトとクランクシャフトとのうち他方に連結されるとともに、前記ハウジング内部に回動可能に配置され、前記仕切壁によりハウジング内に形成される区画を進角油圧室と遅角油圧室とに区分する放射状ベーンを有するベーン体と、前記進角油圧室と遅角油圧室とに供給する作動油圧力を制御し前記ベーン体を前記ハウジングに対して相対回転させることによりクランクシャフトとカムシャフトとの相対回転位相を変化させる油圧制御装置と、前記ベーン体に設けられ、前記油圧室内の圧力が所定の圧力より低いときにベーン体から突出してハウジングに設けられた係合孔に係合し、ベーン体をハウジングに対してバルブタイミング最進角位置と最遅角位置との中間位置に係止する中間位置ロックピンと、を備えた内燃機関のバルブタイミング制御装置において、前記油圧室内の圧力が前記所定の圧力より高くなったときに前記中間位置ロックピンを前記係合孔から離脱する方向に押動する係止解除手段と、前記保持孔と低圧部とを連通し、中間位置ロックピンの係合孔からの離脱動作に伴って排除される保持孔内の作動油を保持孔の外部に排出する溢流通路とを備え、前記溢流通路の前記保持孔への開口面積は中間位置ロックピンが前記中間位置にあるときに最小となるようにされた内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【請求項4】 内燃機関のカムシャフトとクランクシャフトとのうちの一方に連結されるとともに、内部に放射状に形成された仕切壁を有するハウジングと、前記カムシャフトとクランクシャフトとのうち他方に連結されるとともに、前記ハウジング内部に回動可能に配置され、前記仕切壁によりハウジング内に形成される区画を進角油圧室と遅角油圧室とに区分する放射状ベーンを有するベーン体と、前記進角油圧室と遅角油圧室とに供給する作動油圧力を制御し前記ベーン体を前記ハウジングに対して相対回転させることによりクランクシャフトとカムシャフトとの相対回転位相を変化させる油圧制御装置と、を備えた内燃機関のバルブタイミング制御装置において、前記ハウジングに設けられ、ハウジングの回転数が所定回転数以下のときにハウジング半径方向に突出して前記ベーン体に設けられた係合孔に係合し、前記ベーン体を

2

記係合孔から離脱する方向に押圧する作動油を供給するロックピンリフト油圧供給通路と、少なくとも機関始動時には前記油圧制御装置からの前記進角油圧室と遅角油圧室双方への作動油の供給を遮断する手段と、を備えた内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【請求項3】 内燃機関のカムシャフトとクランクシャフトとのうちの一方に連結されるとともに、内部に放射状に形成された仕切壁を有するハウジングと、前記カムシャフトとクランクシャフトとのうち他方に連結されるとともに、前記ハウジング内部に回動可能に配置され、前記仕切壁によりハウジング内に形成される区画を進角油圧室と遅角油圧室とに区分する放射状ベーンを有するベーン体と、前記進角油圧室と遅角油圧室とに供給する作動油圧力を制御し前記ベーン体を前記ハウジングに対して相対回転させることによりクランクシャフトとカムシャフトとの相対回転位相を変化させる油圧制御装置と、前記ベーン体に設けられた保持孔内に保持され、前記油圧室内の圧力が所定の圧力より低いときに前記保持孔から突出してハウジングに設けられた係合孔に係合し、ベーン体をハウジングに対してバルブタイミング最進角位置と最遅角位置との中間位置に係止する中間位置ロックピンと、を備えた内燃機関のバルブタイミング制御装置において、前記油圧室内の圧力が前記所定の圧力より高くなったときに前記中間位置ロックピンを前記係合孔から離脱する方向に押動する係止解除手段と、前記保持孔と低圧部とを連通し、中間位置ロックピンの係合孔からの離脱動作に伴って排除される保持孔内の作動油を保持孔の外部に排出する溢流通路とを備え、前記溢流通路の前記保持孔への開口面積は中間位置ロックピンが前記中間位置にあるときに最小となるようにされた内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【請求項4】 内燃機関のカムシャフトとクランクシャフトとのうちの一方に連結されるとともに、内部に放射状に形成された仕切壁を有するハウジングと、前記カムシャフトとクランクシャフトとのうち他方に連結されるとともに、前記ハウジング内部に回動可能に配置され、前記仕切壁によりハウジング内に形成される区画を進角油圧室と遅角油圧室とに区分する放射状ベーンを有するベーン体と、前記進角油圧室と遅角油圧室とに供給する作動油圧力を制御し前記ベーン体を前記ハウジングに対して相対回転させることによりクランクシャフトとカムシャフトとの相対回転位相を変化させる油圧制御装置と、を備えた内燃機関のバルブタイミング制御装置において、前記ハウジングに設けられ、ハウジングの回転数が所定回転数以下のときにハウジング半径方向に突出して前記ベーン体に設けられた係合孔に係合し、前記ベーン体を

3

ハウジングに対してバルブタイミング最進角位置と最遅角位置との中間位置に係止する複数の中間位置ロックピンをハウジング中心に対して互いに半径方向対称位置に配置した内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【請求項5】 内燃機関のカムシャフトとクランクシャフトとのうちの一方に連結されるとともに、内部に放射状に形成された仕切壁を有するハウジングと、

前記カムシャフトとクランクシャフトとのうち他方に連結されるとともに、前記ハウジング内部に回動可能に配置され、前記仕切壁によりハウジング内に形成される区画を進角油圧室と遅角油圧室とに区分する放射状ベーンを有するベーン体と、

前記進角油圧室と遅角油圧室とに供給する作動油圧力を制御し前記ベーン体を前記ハウジングに対して相対回転させることによりクランクシャフトとカムシャフトとの相対回転位相を変化させる油圧制御装置と、

前記ベーン体に設けられ、前記油圧室内の圧力が所定の圧力より低いときにベーン体から突出してハウジングに設けられた係合孔に係合し、ベーン体をハウジングに対してバルブタイミング最進角位置と最遅角位置との中間位置に係止する中間位置ロックピンと、を備えた内燃機関のバルブタイミング制御装置において、

前記中間位置ロックピンの受圧部と前記進角油圧室と、及び前記受圧部と前記遅角油圧室と、をそれぞれ接続し、それぞれの油圧室から中間位置ロックピンを前記係合孔から離脱する方向に押圧する作動油を供給する複数のロックピンリフト油圧供給通路と、

前記中間位置ロックピンが前記中間位置にベーン体を係止した状態では前記進角油圧室に連通するロックピンリフト油圧供給通路と前記遅角油圧室に連通するロックピンリフト油圧供給通路とのうち機関始動操作開始時に前記油圧制御装置から作動油が供給される油圧室に連通するロックピンリフト油圧供給通路を遮断する手段と、を備えた内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【請求項6】 内燃機関のカムシャフトとクランクシャフトとのうちの一方に連結されるとともに、内部に放射状に形成された仕切壁を有するハウジングと、

前記カムシャフトとクランクシャフトとのうち他方に連結されるとともに、前記ハウジング内部に回動可能に配置され、前記仕切壁によりハウジング内に形成される区画を進角油圧室と遅角油圧室とに区分する放射状ベーンを有するベーン体と、

前記進角油圧室と遅角油圧室とに供給する作動油圧力を制御し前記ベーン体を前記ハウジングに対して相対回転させることによりクランクシャフトとカムシャフトとの相対回転位相を変化させる油圧制御装置と、

前記ベーン体に設けられ、前記油圧室内の圧力が所定の圧力より低いときにベーン体から突出してハウジングに設けられた係合孔に係合し、ベーン体をハウジングに対してバルブタイミング最進角位置と最遅角位置との中間

4

位置に係止する中間位置ロックピンと、を備えた内燃機関のバルブタイミング制御装置において、前記中間位置ロックピンを前記係合孔に向けて弾性的に押圧付勢するバネ手段を備え、該バネ手段は前記中間位置ロックピンが前記係合孔と係合する位置にある時の押圧力が、中間位置ロックピンが前記係合孔から離脱した位置にある時の押圧力より大きい非線形バネ特性を有する内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【請求項7】 前記バネ手段は、前記中間位置ロックピンを押圧付勢する皿バネを備えた請求項5に記載の内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【請求項8】 内燃機関のカムシャフトとクランクシャフトとのうちの一方に連結されるとともに、内部に放射状に形成された仕切壁を有するハウジングと、

前記カムシャフトとクランクシャフトとのうち他方に連結されるとともに、前記ハウジング内部に回動可能に配置され、前記仕切壁によりハウジング内に形成される区画を進角油圧室と遅角油圧室とに区分する放射状ベーンを有するベーン体と、

前記進角油圧室と遅角油圧室とに供給する作動油圧力を制御し前記ベーン体を前記ハウジングに対して相対回転させることによりクランクシャフトとカムシャフトとの相対回転位相を変化させる油圧制御装置と、

前記ベーン体に設けられ、前記油圧室内の圧力が所定の圧力より低いときにベーン体から突出してハウジングに設けられた係合孔に係合し、ベーン体をハウジングに対してバルブタイミング最進角位置と最遅角位置との中間位置に係止する中間位置ロックピンと、を備えた内燃機関のバルブタイミング制御装置において、

更に、前記中間位置ロックピンが前記係合孔と係合した状態と、前記係合孔から離脱した状態とにそれぞれ所定の保持力で前記中間位置ロックピンを機械的に保持する手段を備えた内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【請求項9】 内燃機関のカムシャフトとクランクシャフトとのうちの一方に連結されるとともに、内部に放射状に形成された仕切壁を有するハウジングと、

前記カムシャフトとクランクシャフトとのうち他方に連結されるとともに、前記ハウジング内部に回動可能に配置され、前記仕切壁によりハウジング内に形成される区画を進角油圧室と遅角油圧室とに区分する放射状ベーンを有するベーン体と、

前記進角油圧室と遅角油圧室とに供給する作動油圧力を制御し前記ベーン体を前記ハウジングに対して相対回転させることによりクランクシャフトとカムシャフトとの相対回転位相を変化させる油圧制御装置と、

前記ベーン体に設けられ、前記油圧室内の圧力が所定の圧力より低いときにベーン体から突出してハウジングに設けられた係合孔に係合し、ベーン体をハウジングに対してバルブタイミング最進角位置と最遅角位置との中間位置に係止する中間位置ロックピンと、を備えた内燃機

関のバルブタイミング制御装置において、前記油圧制御装置は機関停止操作開始時から機関停止時までの間に前記ベーン体を前記中間位置まで移動させるように前記油圧室に作動油を供給するとともに、機関カムシャフトとバルブとの摺動部にはカムシャフトとバルブとの少なくとも一方の表面に固体潤滑層が形成された内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【請求項10】 内燃機関のカムシャフトとクランクシャフトとのうちの一方に連結されるとともに、内部に放射状に形成された仕切壁を有するハウジングと、前記カムシャフトとクランクシャフトとのうち他方に連結されるとともに、前記ハウジング内部に回動可能に配置され、前記仕切壁によりハウジング内に形成される区画を進角油圧室と遅角油圧室とに区分する放射状ベーンを有するベーン体と、

前記進角油圧室と遅角油圧室とに供給する作動油圧力を制御し前記ベーン体を前記ハウジングに対して相対回転させることによりクランクシャフトとカムシャフトとの相対回転位相を変化させる油圧制御装置と、

前記ベーン体に設けられ、前記油圧室内の圧力が所定の圧力より低いときにベーン体から突出してハウジングに設けられた係合孔に係合し、ベーン体をハウジングに対してバルブタイミング最進角位置と最遅角位置との中間位置に係止する中間位置ロックピンと、を備えた内燃機関のバルブタイミング制御装置において、

前記ハウジングの前記放射状ベーン先端に対向する内周面には、機関停止時に前記ベーン体が前記中間位置になるように前記放射状ベーンを吸引する磁石が配置された内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【請求項11】 内燃機関のカムシャフトとクランクシャフトとのうちの一方に連結されるとともに、内部に放射状に形成された仕切壁を有するハウジングと、前記カムシャフトとクランクシャフトとのうち他方に連結されるとともに、前記ハウジング内部に回動可能に配置され、前記仕切壁によりハウジング内に形成される区画を進角油圧室と遅角油圧室とに区分する放射状ベーンを有するベーン体と、

前記進角油圧室と遅角油圧室とに供給する作動油圧力を制御し前記ベーン体を前記ハウジングに対して相対回転させることによりクランクシャフトとカムシャフトとの相対回転位相を変化させる油圧制御装置と、

前記ベーン体に設けられ、前記油圧室内の圧力が所定の圧力より低いときにベーン体から突出してハウジングに設けられた係合孔に係合し、ベーン体をハウジングに対してバルブタイミング最進角位置と最遅角位置との中間位置に係止する中間位置ロックピンと、を備えた内燃機関のバルブタイミング制御装置において、

更に、機関運転中に加圧作動油を貯留し機関停止操作開始後に該加圧作動油を前記油圧制御装置に供給する蓄圧装置を備え、前記油圧制御装置は機関停止操作開始時か

ら機関停止時までの間に前記ベーン体を前記中間位置まで移動させるように前記油圧室に作動油を供給する、内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【請求項12】 内燃機関のカムシャフトとクランクシャフトとのうちの一方に連結されるとともに、内部に放射状に形成された仕切壁を有するハウジングと、前記カムシャフトとクランクシャフトとのうち他方に連結されるとともに、前記ハウジング内部に回動可能に配置され、前記仕切壁によりハウジング内に形成される区画を進角油圧室と遅角油圧室とに区分する放射状ベーンを有するベーン体と、

前記進角油圧室と遅角油圧室とに供給する作動油圧力を制御し前記ベーン体を前記ハウジングに対して相対回転させることによりクランクシャフトとカムシャフトとの相対回転位相を変化させる油圧制御装置と、

前記ベーン体に設けられ、前記油圧室内の圧力が所定の圧力より低いときにベーン体から突出してハウジングに設けられた係合孔に係合し、ベーン体をハウジングに対してバルブタイミング最進角位置と最遅角位置との中間位置に係止する中間位置ロックピンと、を備えた内燃機

関のバルブタイミング制御装置において、

前記作動油として内燃機関潤滑油ポンプから機関潤滑系に供給される潤滑油の一部が使用され、

前記油圧制御装置は、機関停止操作開始時から機関停止時までの間に前記ベーン体を前記中間位置まで移動させるように前記油圧室に作動油を供給し、

更に、機関停止操作開始後に潤滑系への潤滑油供給を制限する手段が設けられた、内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【請求項13】 内燃機関のカムシャフトとクランクシャフトとのうちの一方に連結されるとともに、内部に放射状に形成された仕切壁を有するハウジングと、前記カムシャフトとクランクシャフトとのうち他方に連結されるとともに、前記ハウジング内部に回動可能に配置され、前記仕切壁によりハウジング内に形成される区画を進角油圧室と遅角油圧室とに区分する放射状ベーンを有するベーン体と、

前記進角油圧室と遅角油圧室とに供給する作動油圧力を制御し前記ベーン体を前記ハウジングに対して相対回転させることによりクランクシャフトとカムシャフトとの相対回転位相を変化させる油圧制御装置と、

前記ベーン体に設けられ、前記油圧室内の圧力が所定の圧力より低いときにベーン体から突出してハウジングに設けられた係合孔に係合し、ベーン体をハウジングに対してバルブタイミング最進角位置と最遅角位置との中間位置に係止する中間位置ロックピンと、を備えた内燃機関のバルブタイミング制御装置において、

更に、機関停止指令入力後所定の遅延時間経過後に機関停止操作を開始する機関制御手段を備え、前記作動油は内燃機関駆動の油ポンプから油圧制御装置

に供給され、前記油圧制御装置は、機関停止指令入力時から機関停止時までの間に前記ベーン体を前記中間位置まで移動させるように前記油圧室に作動油を供給する、内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【請求項14】 前記機関制御手段は、機関停止指令入力時の機関回転数または作動油温度の少なくとも一方に基づいて前記遅延時間を設定する請求項13に記載の内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【請求項15】 前記機関制御手段は、前記機関停止指令入力後前記ベーン体が前記中間位置まで移動した後に機関停止操作を開始する請求項13に記載の内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【請求項16】 内燃機関のカムシャフトとクランクシャフトとのうちの一方に連結されるとともに、内部に放射状に形成された仕切壁を有するハウジングと、前記カムシャフトとクランクシャフトとのうち他方に連結されるとともに、前記ハウジング内部に回動可能に配置され、前記仕切壁によりハウジング内に形成される区画を進角油圧室と遅角油圧室とに区分する放射状ベーンを有するベーン体と、

前記進角油圧室と遅角油圧室とに供給する作動油圧力を制御し前記ベーン体を前記ハウジングに対して相対回転させることによりクランクシャフトとカムシャフトとの相対回転位相を変化させる油圧制御装置と、

前記ベーン体に設けられ、前記油圧室内の圧力が所定の圧力より低いときにベーン体から突出してハウジングに設けられた係合孔に係合し、ベーン体をハウジングに対してバルブタイミング最進角位置と最遅角位置との中間位置に係止する中間位置ロックピンと、を備えた内燃機関のバルブタイミング制御装置において、

更に、機関吸気通路に配置されたスロットル弁と、該スロットル弁の開度を制御するスロットル弁開度制御手段とを備え、

前記作動油は内燃機関駆動の油ポンプから油圧制御装置に供給され、

前記油圧制御装置は、機関停止操作開始時から機関停止時までの間に前記ベーン体を前記中間位置まで移動させないように前記油圧室に作動油を供給し、

前記スロットル弁開度制御手段は機関停止操作開始時から機関停止時までの間前記スロットル弁開度を全開に保持する、内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【請求項17】 内燃機関のカムシャフトとクランクシャフトとのうちの一方に連結されるとともに、内部に放射状に形成された仕切壁を有するハウジングと、

前記カムシャフトとクランクシャフトとのうち他方に連結されるとともに、前記ハウジング内部に回動可能に配置され、前記仕切壁によりハウジング内に形成される区画を進角油圧室と遅角油圧室とに区分する放射状ベーンを有するベーン体と、

前記進角油圧室と遅角油圧室とに供給する作動油圧力を

制御し前記ベーン体を前記ハウジングに対して相対回転させることによりクランクシャフトとカムシャフトとの相対回転位相を変化させる油圧制御装置と、

前記ベーン体に設けられ、前記油圧室の圧力が所定の圧力より低いときにベーン体から突出してハウジングに設けられた係合孔に係合し、ベーン体をハウジングに対してバルブタイミング最進角位置と最遅角位置との中間位置に係止する中間位置ロックピンと、を備えた内燃機関のバルブタイミング制御装置において、

10 更に、機関への燃料供給を制御する機関制御手段を備え、

前記油圧制御装置は、機関始動操作開始後に前記ベーン体を前記中間位置まで移動させのように前記油圧室に作動油を供給し、

前記機関制御手段は機関始動操作開始後、前記ベーン体が前記中間位置に係止された後機関への燃料供給を開始する、内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【請求項18】 内燃機関のカムシャフトとクランクシャフトとのうちの一方に連結されるとともに、内部に放射状に形成された仕切壁を有するハウジングと、

20 前記カムシャフトとクランクシャフトとのうち他方に連結されるとともに、前記ハウジング内部に回動可能に配置され、前記仕切壁によりハウジング内に形成される区画を進角油圧室と遅角油圧室とに区分する放射状ベーンを有するベーン体と、

前記進角油圧室と遅角油圧室とに供給する作動油圧力を制御し前記ベーン体を前記ハウジングに対して相対回転させることによりクランクシャフトとカムシャフトとの相対回転位相を変化させる油圧制御装置と、

30 前記ベーン体に設けられ、前記油圧室の圧力が所定の圧力より低いときにベーン体から突出してハウジングに設けられた係合孔に係合し、ベーン体をハウジングに対してバルブタイミング最進角位置と最遅角位置との中間位置に係止する中間位置ロックピンと、を備えた内燃機関のバルブタイミング制御装置において、

更に、前記中間位置ロックピンの受圧部と前記進角油圧室と遅角油圧室との双方とを接続し、中間位置ロックピンを前記係合孔から離脱する方向に押圧する作動油を供給するロックピンリフト油圧供給通路と、

40 バルブタイミング変更中に前記中間位置ロックピンが前記係合孔に係合し、ベーン体が誤って中間位置に係止されたことを検出する誤作動検出手段と、を備え、

前記油圧制御装置は、前記誤作動検出手段によりベーン体の誤作動による中間位置への係止が検出されたときに前記進角油圧室と前記遅角油圧室との圧力が略同一となるようにそれぞれの油圧室に作動油を供給する、内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【請求項19】 内燃機関の吸気カムシャフトとクランクシャフトとのうちの一方に連結されるとともに、内部に放射状に形成された仕切壁を有するハウジングと、

50 前記進角油圧室と遅角油圧室とに供給する作動油圧力を

前記吸気カムシャフトとクランクシャフトとのうち他方に連結されるとともに、前記ハウジング内部に回動可能に配置され、前記仕切壁によりハウジング内に形成される区画を進角油圧室と遅角油圧室とに区分する放射状ベーンを有するベーン体と、

前記進角油圧室と遅角油圧室とに供給する作動油圧力を制御し前記ベーン体を前記ハウジングに対して相対回転させることによりクランクシャフトとカムシャフトとの相対回転位相を変化させる油圧制御装置と、

前記ベーン体に設けられ、前記油圧室内の圧力が所定の圧力より低いときにベーン体から突出してハウジングに設けられた係合孔に係合し、ベーン体をハウジングに対して吸気バルブタイミング最進角位置と最遅角位置との中間位置に係止する中間位置ロックピンと、を備えた内燃機関のバルブタイミング制御装置において、

更に、排気バルブタイミングを機関通常運転時のタイミングと最進角タイミングとの間で変更可能な排気バルブタイミング調節手段と、

吸気バルブタイミング変更中に前記中間位置ロックピンが前記係合孔に係合し、ベーン体が誤って中間位置に係止されたことを検出する誤作動検出手段と、を備え、

前記排気バルブタイミング調節手段は、前記誤作動検出手段によりベーン体の誤作動による中間位置への係止が検出されたときに、排気バルブタイミングを通常運転タイミングから最進角タイミングに変化させる、内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【請求項20】 内燃機関のカムシャフトとクランクシャフトとのうちの一方に連結されるとともに、内部に放射状に形成された仕切壁を有するハウジングと、

前記カムシャフトとクランクシャフトとのうち他方に連結されるとともに、前記ハウジング内部に回動可能に配置され、前記仕切壁によりハウジング内に形成される区画を進角油圧室と遅角油圧室とに区分する放射状ベーンを有するベーン体と、

前記進角油圧室と遅角油圧室とに供給する作動油圧力を制御し前記ベーン体を前記ハウジングに対して相対回転させることによりクランクシャフトとカムシャフトとの相対回転位相を変化させる油圧制御装置と、

前記ベーン体に設けられ、前記油圧室内の圧力が所定の圧力より低いときにベーン体から突出してハウジングに設けられた係合孔に係合し、ベーン体をハウジングに対してバルブタイミング最進角位置と最遅角位置との中間位置に係止する中間位置ロックピンと、を備えた内燃機関のバルブタイミング制御装置において、

更に、機関停止操作時に機関停止操作開始から機関停止までの間に前記ベーン体を前記中間位置まで移動させることができか否かを機関停止操作開始時の作動油温度と機関回転数とに基づいて判定する判定手段を備え、

前記油圧制御装置は、機関停止操作開始時に前記判定手段によりベーン体の中間位置までの移動が可能と判断さ

れた時にのみ機関停止操作開始後に前記ベーン体を前記中間位置まで移動させるように前記油圧室に作動油を供給する、内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【請求項21】 内燃機関のカムシャフトとクランクシャフトとのうちの一方に連結されるとともに、内部に放射状に形成された仕切壁を有するハウジングと、

前記カムシャフトとクランクシャフトとのうち他方に連結されるとともに、前記ハウジング内部に回動可能に配置され、前記仕切壁によりハウジング内に形成される区

10 画を進角油圧室と遅角油圧室とに区分する放射状ベーンを有するベーン体と、

前記進角油圧室と遅角油圧室とに供給する作動油圧力を制御し前記ベーン体を前記ハウジングに対して相対回転させることによりクランクシャフトとカムシャフトとの相対回転位相を変化させる油圧制御装置と、

前記ベーン体に設けられ、前記油圧室内の圧力が所定の圧力より低いときにベーン体から突出してハウジングに設けられた係合孔に係合し、ベーン体をハウジングに対してバルブタイミング最進角位置と最遅角位置との中間

20 位置に係止する中間位置ロックピンと、を備えた内燃機関のバルブタイミング制御装置において、

更に、前記ベーン体に設けられ、前記油圧室内の圧力が所定の圧力より低いときにベーン体から突出してハウジングに設けられた最遅角係合孔に係合し、ベーン体をハウジングに対してバルブタイミング最遅角位置に係止する最遅角位置ロックピンと、

機関停止指令入力後所定の遅延時間経過後に機関停止操作を開始する機関制御手段と、

前記ベーン体が前記中間位置に係止されているか否かを判定する判定手段と、を備え、

30 前記作動油は内燃機関駆動の油ポンプから油圧制御装置に供給され、

前記油圧制御装置は、機関停止指令入力後、前記ベーン体が前記中間位置に移動するように前記油圧室に作動油を供給し、その後前記判定手段により前記ベーン体が中間位置に係止されていないと判定された場合には、前記ベーン体を前記最遅角位置に移動させる、内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【請求項22】 更に、前記油圧室内の圧力が所定の圧力より低いときに前記ベーン体の移動範囲を前記最遅角位置と前記中間位置との間に制限する手段を備え、

前記油圧制御装置は、機関停止指令入力後、前記ベーン体をまず前記最遅角位置と前記中間位置との間に移動させ、その後前記中間位置への移動を行う、請求項21に記載の内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【請求項23】 内燃機関のカムシャフトとクランクシャフトとのうちの一方に連結されるとともに、内部に放射状に形成された仕切壁を有するハウジングと、

前記カムシャフトとクランクシャフトとのうち他方に連結されるとともに、前記ハウジング内部に回動可能に配

11

置され、前記仕切壁によりハウジング内に形成される区画を進角油圧室と遅角油圧室とに区分する放射状ベーンを有するベーン体と、

前記進角油圧室と遅角油圧室とに供給する作動油圧力を制御し前記ベーン体を前記ハウジングに対して相対回転させることによりクランクシャフトとカムシャフトとの相対回転位相を変化させる油圧制御装置と、

前記ベーン体に設けられ、前記油圧室内の圧力が所定の圧力より低いときにベーン体から突出してハウジングに設けられた係合孔に係合し、ベーン体をハウジングに対してバルブタイミング最進角位置と最遅角位置との中間位置に係止する中間位置ロックピンと、を備えた内燃機関のバルブタイミング制御装置において、

更に、機関停止時に前記ベーン体を前記中間位置に移動させる手段と、

機関始動操作開始時に前記中間位置ロックピンが前記係合孔に係合しているか否かを判定する判定手段と、

機関の制御パラメータを決定し機関運転状態を制御する機関制御手段と、を備え、

前記機関制御手段は、機関始動時に前記判定手段により前記中間位置ロックピンが前記係合孔に係合していると判定されたときにのみ、前記中間位置におけるバルブタイミングに対応した制御パラメータを用いて機関始動操作を行う、内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【請求項24】 更に、前記ベーン体に設けられ、前記油圧室内の圧力が所定の圧力より低いときにベーン体から突出してハウジングに設けられた最遅角係合孔に係合し、ベーン体をハウジングに対してバルブタイミング最遅角位置に係止する最遅角位置ロックピンを備え、

前記機関制御手段は、機関始動時に前記判定手段により前記中間位置ロックピンが前記係合孔に係合していないと判定された時には、前記最遅角位置に対応した制御パラメータを用いて機関始動操作を行う、内燃機関のバルブタイミング制御装置。

【請求項25】 内燃機関のカムシャフトとクランクシャフトとのうちの一方に連結されるとともに、内部に放射状に形成された仕切壁を有するハウジングと、

前記カムシャフトとクランクシャフトとのうち他方に連結されるとともに、前記ハウジング内部に回動可能に配置され、前記仕切壁によりハウジング内に形成される区画を進角油圧室と遅角油圧室とに区分する放射状ベーンを有するベーン体と、

前記進角油圧室と遅角油圧室とに供給する作動油圧力を制御し前記ベーン体を前記ハウジングに対して相対回転させることによりクランクシャフトとカムシャフトとの相対回転位相を変化させる油圧制御装置と、を備えた内燃機関のバルブタイミング制御装置において、

前記ベーン体と前記仕切壁との少なくとも一方の、ベーン体と仕切壁との当接部に緩衝材を配置した、内燃機関のバルブタイミング制御装置。

12

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、内燃機関のバルブタイミング制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】内燃機関のクランクシャフトに連結されたハウジングと、該ハウジング内に回動可能に配置され、ハウジング内に進角油圧室と遅角油圧室とを区画形成する、カムシャフトに連結されたベーン体とを備えた、いわゆるベーン式バルブタイミング制御装置が知られている。ベーン式バルブタイミング制御装置では、上記進角油圧室と遅角油圧室とに作動油を供給することにより、ハウジングとベーン体とを相対的に回動させてクランクシャフトとカムシャフトとの回転位相を変化させて機関のバルブタイミングを変更する。すなわち、進角油圧室に作動油を供給するとともに遅角油圧室から作動油を排出することにより、ベーン体をハウジングに対してバルブタイミングが進角する側に相対回動させ、遅角油圧室に作動油を供給し進角油圧室から作動油を排出することにより、ベーン体をハウジングに対してバルブタイミングが遅角する方向に相対回動させる。また、バルブタイミングを目標値に維持する場合には進角室と油圧室との内部の作動油圧力を同じ圧力に制御することにより、ハウジングとベーン体との相対位置を一定に保持している。

【0003】ベーン式バルブタイミング制御装置の例としては、例えば特開平9-60507号公報に記載されたものがある。同公報のベーン式バルブタイミング制御装置は、機関始動時にベーン体をハウジングに対して機関バルブタイミングが最も遅角する最遅角位置に係止するストッパピストンを備えている。機関始動時等では、油圧室に作動油を供給するオイルポンプの回転が低いため充分な量の作動油を油圧室に供給することができない。このため、クランクシャフトに連結されたハウジングが回転すると、ベーン体は進角油圧室側のハウジング仕切壁に当接した状態で回転するようになる。すなわち、ベーン体には進角油圧室側の仕切壁から直接カムシャフト駆動トルクが伝達され、バルブタイミングは最遅角タイミングとなる。ところが、機関運転中、ベーン体にはカムシャフトを介してバルブの開閉に伴って正負に変動する反力トルクが伝達される。油圧室に充分な圧力の作動油が存在する場合は、この反力トルクによりベーン体が移動することはないが、機関始動時等の油圧がない状態では、ベーン体はバルブ反力トルクにより揺動してしまい仕切壁と衝突、離反を繰り返しながら回転するようになる。このため、ベーン式バルブタイミング制御装置では機関始動時に仕切壁とベーンとの衝突により打音が生じるのみならず、機関始動時のバルブタイミングが一定しない問題が生じる。

50 【0004】上記特開平9-60507号公報のバルブ

13

タイミング制御装置では、上記問題を解決するために、機関始動時の油圧室に作動油が充分に供給されない状態ではベーン体をバルブタイミング最遅角位置に固定するようにしている。すなわち、上記公報の装置ではハウジングとベーン体との摺動部の、ベーン体が最遅角位置にある時の位置に係合孔が設けられ、ベーン体には上記係合孔に嵌合するように係合孔に向けてバネ付勢された最遅角ロックピンが設けられている。機関始動時の油圧のない状態でベーン体がハウジング仕切壁に当接して最遅角位置になると最遅角ロックピンがバネに付勢されて係合孔に挿入され、ベーン体はハウジングに対して最遅角位置に係止される。これにより、油圧がない状態でもベーン体の位置が固定されるため、機関始動時の打音やバルブタイミング変動等の問題が防止される。

【0005】また、上記ピンの下面には油圧室内の作動油圧力が作用しているため、機関始動後オイルポンプの回転が上昇し油圧室内の作動油圧力が上昇すると最遅角ロックピンは油圧により係合孔から押し出されベーン体の最遅角位置での固定は解除される。この状態では、油圧室内に充分な圧力の作動油が供給されているため機関運転状態に応じて適切な位置（バルブタイミング）にベーン体を制御することが可能となる。

【0006】ところが、上記公報の装置では機関始動時にはベーン体は最遅角位置に係止され、機関は始動時から油圧が充分に上昇するまでの間バルブタイミングが最も遅角した状態で運転されることになる。通常、最遅角バルブタイミングは通常運転時の最適バルブタイミングの範囲から大きく外れているため、バルブタイミングが最も遅角した状態で機関の運転を続けると機関性能や燃費、排気性状の悪化が生じたり、機関の始動性が悪化する問題が生じる。

【0007】そこで、本願出願人は、特願平10-19163号にて機関始動時にバルブタイミングを最遅角状態に固定する代わりに、最進角状態と最遅角状態との中間位置に固定することにより機関始動時及び始動後の機関運転性能を向上させることを提案している。同出願のバルブタイミング制御装置では、油圧が低い状態でベーン体が上記中間位置にあるときにハウジングの係合孔と係合する中間位置ロックピンをベーン体に設け、機関停止時にベーン体を中間位置に係止する用にしている。これにより、機関始動時にはバルブタイミングは中間タイミングに維持されるようになり、機関始動時及び始動後の機関運転性能の低下が防止される。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上記特願平10-19163号の装置のようにバルブタイミングを中間位置に固定する中間位置ロックピンを設けた場合には、ロックピンが誤作動すると問題が生じる。例えば、中間位置は可変バルブタイミング装置では通常のバルブタイミング調整範囲内に入っているため機関運転中のバ

14

ルブタイミング調整時にベーン体が中間位置を通過する場合がある。作動油の油圧と油温とが充分に高い状態では中間位置ロックピンは油圧室内の油圧に押されベーン体に格納された状態にあるため、ベーン体が中間位置を通過中に中間位置ロックピンと係合孔とが整合しても本来ロックピンと係合孔とが係合することはないはずである。しかし、前述したようにベーン体にはカムシャフトを介して周期的なバルブ反力トルクとして作用しているため、油圧室内の油圧はバルブ反力トルクに応じて上昇と低下とを繰り返している。このため、ベーン体の中間位置通過時に油圧室圧力が低下すると中間位置ロックピンがベーン体から突出して係合孔に係合してしまう可能性がある。一旦中間位置ロックピンが係合孔に係合すると、バルブタイミングは中間位置に固定されてしまいバルブタイミングを運転状態に応じた適切な値に調節することができなくなり、機関性能の悪化が生じる問題がある。

【0009】また、機関始動時にベーン体を中間位置に保持するためには予め機関停止時に次回の始動に備えて中間位置ロックピンを係合孔に係合させておく必要がある。この操作は機関停止操作開始（例えばイグニッシュションキーOFF動作）後に行う必要があるが、通常バルブタイミング制御装置の作動油は潤滑油ポンプから供給される潤滑油が用いられる。また、潤滑油ポンプは機関クラシクシャフトから駆動されるため、機関停止操作が開始されると機関回転の低下とともに潤滑油（作動油）圧力と流量は急激に低下する。このため、機関停止前の運転状態によっては機関停止時にベーン体を中間位置まで移動させて係止することができない場合が生じる。ベーン体が中間位置に係止されていない状態で機関が始動されると、機関始動時にはカム反力トルクによりベーン体が最遅角方向に移動してハウジングの仕切壁と衝突、離反を繰り返すようになり、打音の発生等の問題が生じる。

【0010】また、機関始動時に中間位置ロックピンが係合孔と係合した状態であっても、機関始動後の作動油圧力の変動で一時的に油圧が上昇したような場合には、全体としてまだ油圧や油温が充分に上昇していないのにロックピンが係合孔から離脱してしまう場合が生じ、上記と同様に打音等の問題が生じる場合がある。

【0011】本発明は上記問題に鑑み、中間位置ロックピンを使用する場合にロックピンの誤作動による打音の発生や機関性能の低下を防止可能なバルブタイミング制御装置を提供することを目的としている。

【0012】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明によれば、内燃機関のカムシャフトとクラシクシャフトとのうちの一方に連結されるとともに、内部に放射状に形成された仕切壁を有するハウジングと、前記カムシャフトとクラシクシャフトとのうち他方に連結されるとともに、前記ハウジング内部に回動可能に配置され、前記仕

15

切壁によりハウジング内に形成される区画を進角油圧室と遅角油圧室とに区分する放射状ベーンを有するベーン体と、前記進角油圧室と遅角油圧室とに供給する作動油圧力を制御し前記ベーン体を前記ハウジングに対して相対回転させることによりクランクシャフトとカムシャフトとの相対回転位相を変化させる油圧制御装置と、前記ベーン体に設けられ、前記油圧室内の圧力が所定の圧力より低いときにベーン体から突出してハウジングに設けられた係合孔に係合し、ベーン体をハウジングに対してバルブタイミング最進角位置と最遅角位置との中間位置に係止する中間位置ロックピンと、を備えた内燃機関のバルブタイミング制御装置において、前記ベーン体内に位置する前記中間位置ロックピンの受圧部と前記油圧制御装置とを接続し、前記油圧制御装置から中間位置ロックピンを前記係合孔から離脱する方向に押圧する作動油を供給する、前記ベーン体内に形成されたロックピンリフト油圧通路と、前記ベーン体が前記中間位置にある時に、前記ロックピンリフト油圧通路と前記係合孔とを連通し、前記中間位置ロックピンを係合孔から離脱する方向に押圧する作動油を係合孔内に供給する第2のロックピンリフト油圧通路と、を備えた内燃機関のバルブタイミング制御装置が提供される。

【0013】すなわち、請求項1の発明ではベーン体が中間位置にある時に第2のロックピンリフト油圧通路が係合孔と連通し、中間位置ロックピンが係合孔から離脱する方向に中間位置ロックピンを押圧する。このため、機関バルブタイミング調整中にベーン体が中間位置を通過するときには、中間位置ロックピンには通常のロックピンリフト油圧に加えて第2のロックピン油圧通路からのリフト油圧が作用する。従って、ベーン体の中間位置通過時に誤作動により中間位置ロックピンが係合孔と係合することが確実に防止される。

【0014】請求項2に記載の発明によれば、内燃機関のカムシャフトとクランクシャフトとのうちの一方に連結されるとともに、内部に放射状に形成された仕切壁を有するハウジングと、前記カムシャフトとクランクシャフトとのうち他方に連結されるとともに、前記ハウジング内部に回動可能に配置され、前記仕切壁によりハウジング内に形成される区画を進角油圧室と遅角油圧室とに区分する放射状ベーンを有するベーン体と、前記進角油圧室と遅角油圧室とに供給する作動油圧力を制御し前記ベーン体を前記ハウジングに対して相対回転させることによりクランクシャフトとカムシャフトとの相対回転位相を変化させる油圧制御装置と、前記ベーン体に設けられ、前記油圧室内の圧力が所定の圧力より低いときにベーン体から突出してハウジングに設けられた係合孔に係合し、ベーン体をハウジングに対してバルブタイミング最進角位置と最遅角位置との中間位置に係止する中間位置ロックピンと、を備えた内燃機関のバルブタイミング制御装置において、前記中間位置ロックピンの受圧部と

16

前記進角油圧室と遅角油圧室との双方とを接続し、中間位置ロックピンを前記係合孔から離脱する方向に押圧する作動油を供給するロックピンリフト油圧供給通路と、少なくとも機関始動時には前記油圧制御装置からの前記進角油圧室と遅角油圧室双方への作動油の供給を遮断する手段と、を備えた内燃機関のバルブタイミング制御装置が提供される。

【0015】すなわち、請求項2の発明では、機関始動時には進角室と遅角室との双方への油圧の供給が遮断される。機関始動時には、機関駆動の油ポンプが機関とともに回転を開始するため、油ポンプ吐出圧が急激に変動する。このため、油圧室からロックピンリフト油圧を供給していると、油圧室内の圧力がパルス的に上昇して中間位置ロックピンが係合孔から離脱してしまう場合がある。本発明では、機関始動時に両方の油圧室への作動油の供給を遮断するようにしたことにより、機関始動時の油ポンプ吐出圧力の変動は中間位置ロックピン受圧部には作用せず機関始動時に中間位置ロックピンが誤作動することが完全に防止される。

【0016】請求項3に記載の発明によれば、内燃機関のカムシャフトとクランクシャフトとのうちの一方に連結されるとともに、内部に放射状に形成された仕切壁を有するハウジングと、前記カムシャフトとクランクシャフトとのうち他方に連結されるとともに、前記ハウジング内部に回動可能に配置され、前記仕切壁によりハウジング内に形成される区画を進角油圧室と遅角油圧室とに区分する放射状ベーンを有するベーン体と、前記進角油圧室と遅角油圧室とに供給する作動油圧力を制御し前記ベーン体を前記ハウジングに対して相対回転させることによりクランクシャフトとカムシャフトとの相対回転位相を変化させる油圧制御装置と、前記ベーン体に設けられた保持孔内に保持され、前記油圧室内の圧力が所定の圧力より低いときに前記保持孔から突出してハウジングに設けられた係合孔に係合し、ベーン体をハウジングに対してバルブタイミング最進角位置と最遅角位置との中間位置に係止する中間位置ロックピンと、を備えた内燃機関のバルブタイミング制御装置において、前記油圧室内の圧力が前記所定の圧力より高くなったときに前記中間位置ロックピンを前記係合孔から離脱する方向に押動する係止解除手段と、前記保持孔と低圧部とを連通し、中間位置ロックピンの係合孔からの離脱動作に伴って排除される保持孔内の作動油を保持孔の外部に排出する溢流通路とを備え、前記溢流通路の前記保持孔への開口面積は中間位置ロックピンが前記中間位置にあるときに最小となるようにされた内燃機関のバルブタイミング制御装置が提供される。

【0017】すなわち、請求項3の発明では溢流通路の保持孔への開口面積は中間位置ロックピンが中間位置にあるときに最小となるようにされている。中間位置ロックピンが係合孔から離脱する際には、離脱動作に伴って

保持孔内に充满した作動油が溢流通路を通って外部に排出されるが、溢流通路の開口部はベーン体が中間位置あるときに最小となる。このため、機関始動時等油温が低い状態では保持孔内の作動油が開口部から溢流通路に流入するのに大きな抵抗が発生する。従って、油温が低い場合には中間位置ロックピンが係合孔から離脱する際に比較的大きな抵抗が生じるようになり、係止状態の中間位置ロックピンが誤作動により係合孔から離脱することが防止される。

【0018】請求項4に記載の発明によれば、内燃機関のカムシャフトとクランクシャフトとのうちの一方に連結されるとともに、内部に放射状に形成された仕切壁を有するハウジングと、前記カムシャフトとクランクシャフトとのうち他方に連結されるとともに、前記ハウジング内部に回動可能に配置され、前記仕切壁によりハウジング内に形成される区画を進角油圧室と遅角油圧室とに区分する放射状ベーンを有するベーン体と、前記進角油圧室と遅角油圧室とに供給する作動油圧力を制御し前記ベーン体を前記ハウジングに対して相対回転させることによりクランクシャフトとカムシャフトとの相対回転位相を変化させる油圧制御装置と、を備えた内燃機関のバルブタイミング制御装置において、前記ハウジングに設けられ、ハウジングの回転数が所定回転数以下のときにハウジング半径方向に突出して前記ベーン体に設けられた係合孔に係合し、前記ベーン体をハウジングに対してバルブタイミング最進角位置と最遅角位置との中間位置に係止する複数の中間位置ロックピンをハウジング中心に対して互いに半径方向対称位置に配置した内燃機関のバルブタイミング制御装置が提供される。

【0019】すなわち、請求項4の発明では、中間位置ロックピンはハウジング側に設けられ、例えば機関始動時等で機関の回転数が低くピンに作用する遠心力が小さいときに突出しベーン体を中間位置に係止し、機関回転数が上昇してピンに作用する遠心力が増大するとベーン体の係止を解除する。このように遠心力で作動する中間位置ロックピンを用いる場合には、例えばハウジングの軸線が水平になるような配置をとると、ハウジング回転に伴ってピンには重力が交互に反対方向に作用することになり、中間位置ロックピンが下側に来た場合には中間位置ロックピンに作用する遠心力と重力とが互いに打ち合って、機関回転数が充分に上昇していないにもかかわらず中間位置ロックピンが係止解除位置に移動してしまう場合が生じる。本発明では、中間位置ロックピンを複数個ハウジング中心軸線に対して半径方向対称となる位置に配置して重力の影響を排除することにより中間位置ロックピンの誤作動による係止解除を防止可能としている。

【0020】請求項5に記載の発明によれば、内燃機関のカムシャフトとクランクシャフトとのうちの一方に連結されるとともに、内部に放射状に形成された仕切壁を

有するハウジングと、前記カムシャフトとクランクシャフトとのうち他方に連結されるとともに、前記ハウジング内部に回動可能に配置され、前記仕切壁によりハウジング内に形成される区画を進角油圧室と遅角油圧室とに区分する放射状ベーンを有するベーン体と、前記進角油圧室と遅角油圧室とに供給する作動油圧力を制御し前記ベーン体を前記ハウジングに対して相対回転させることによりクランクシャフトとカムシャフトとの相対回転位相を変化させる油圧制御装置と、前記ベーン体に設けられ、前記油圧室内の圧力が所定の圧力より低いときにベーン体から突出してハウジングに設けられた係合孔に係合し、ベーン体をハウジングに対してバルブタイミング最進角位置と最遅角位置との中間位置に係止する中間位置ロックピンと、を備えた内燃機関のバルブタイミング制御装置において、前記中間位置ロックピンの受圧部と前記進角油圧室と、及び前記受圧部と前記遅角油圧室と、をそれぞれ接続し、それぞれの油圧室から中間位置ロックピンを前記係合孔から離脱する方向に押圧する作動油を供給する複数のロックピンリフト油圧供給通路

10 と、前記中間位置ロックピンが前記中間位置にベーン体を係止した状態では前記進角油圧室に連通するロックピンリフト油圧供給通路と前記遅角油圧室に連通するロックピンリフト油圧供給通路とのうち機関始動操作開始時に前記油圧制御装置から作動油が供給される油圧室に連通するロックピンリフト油圧供給通路を遮断する手段と、を備えた内燃機関のバルブタイミング制御装置が提供される。

【0021】すなわち、請求項5の発明では、中間位置ロックピンがベーン体を係止した状態では機関始動操作開始時に油圧制御装置から作動油が供給される油圧室に連通するロックピンリフト油圧供給通路が遮断される。機関駆動の油ポンプを用いた場合には、機関始動時に油ポンプが急激に回転を開始するために油圧制御装置から供給される作動油圧力がパルス状に急上昇する場合がある。このため、機関始動操作開始時に油圧制御装置に連通している油圧室の圧力も一時的に急上昇する場合があり、この油圧室から中間位置ロックピンにロックピンリフト油圧が供給されているとロックピンが係合孔から離脱してしまい、ベーン体の係止が解除されてしまう可能性がある。本発明では、中間位置ロックピンが係合孔と係合している状態では、機関始動時に油圧制御装置から作動油が供給される側の油圧室（通常は遅角油圧室）のロックピンリフト油圧供給通路が遮断されるため、機関始動時に油ポンプの吐出圧力変動により中間位置ロックピンが誤作動して中間位置のロックが解除されることが防止される。

【0022】請求項6に記載の発明によれば、内燃機関のカムシャフトとクランクシャフトとのうちの一方に連結されるとともに、内部に放射状に形成された仕切壁を有するハウジングと、前記カムシャフトとクランクシャ

フトとのうち他方に連結されるとともに、前記ハウジング内部に回動可能に配置され、前記仕切壁によりハウジング内に形成される区画を進角油圧室と遅角油圧室とに区分する放射状ベーンを有するベーン体と、前記進角油圧室と遅角油圧室とに供給する作動油圧力を制御し前記ベーン体を前記ハウジングに対して相対回転させることによりクランクシャフトとカムシャフトとの相対回転位相を変化させる油圧制御装置と、前記ベーン体に設けられ、前記油圧室内の圧力が所定の圧力より低いときにベーン体から突出してハウジングに設けられた係合孔に係合し、ベーン体をハウジングに対してバルブタイミング最進角位置と最遅角位置との中間位置に係止する中間位置ロックピンと、を備えた内燃機関のバルブタイミング制御装置において、前記中間位置ロックピンを前記係合孔に向けて弾性的に押圧付勢するバネ手段を備え、該バネ手段は前記中間位置ロックピンが前記係合孔と係合する位置にある時の押圧力が、中間位置ロックピンが前記係合孔から離脱した位置にある時の押圧力より大きい非線形バネ特性を有する内燃機関のバルブタイミング制御装置が提供される。

【0023】すなわち、請求項6の発明では中間位置ロックピンをロック位置（係合孔と係合する位置）に弾性的に押圧するバネ手段は中間位置ロックピンがロック位置にある時には押圧力が大きく、中間位置ロックピンがロック解除位置（係合孔から離脱した位置）にある時には押圧力が小さくなる非線形バネ特性を有している。通常の線形バネ特性を有する圧縮バネをバネ手段として使用すると中間位置ロックピンのロック位置ではバネが伸びた状態であるため押圧力は小さく、ロック解除位置ではバネが圧縮された状態となるため押圧力は大きくなる。このため、機関始動時等に作動油圧力が変動して瞬間にバネの押圧力をこえたときに中間位置ロックピンのロックが解除される可能性がある。また、これを防止するためにロック位置でのバネの押圧力を大きく設定すると、中間位置ロックピンのロック解除位置では更にバネ押圧力が大きくなってしまい、ロック解除状態では油圧の変動に対して中間位置ロックピンの動作が敏感になり、油圧が僅かに低下しただけで中間位置ロックピンがロック位置に移動してしまう場合が生じる。本発明では、非線形バネ特性を有するバネ手段を用いたことにより、ロック位置ではバネ押圧力を大きく、ロック解除位置では小さく設定することが可能となる。これにより、ロック状態では油圧が変動により多少増大しても確実にロック状態が維持され、ロック解除状態では油圧が変動により多少低下しても確実にロック解除状態が維持されるようになり、中間位置ロックピンの誤作動が防止される。

【0024】請求項7に記載の発明によれば、前記バネ手段は、前記中間位置ロックピンを押圧付勢する皿バネを備えた請求項5に記載の内燃機関のバルブタイミング

制御装置が提供される。

【0025】すなわち、請求項7の発明では請求項6のバネ手段は皿バネとされる。周知のように、皿バネは比較的容易に所望の非線形バネ特性を設定することが可能である。このため、本発明ではバネ手段に容易に所望の非線形バネ特性を付与することが可能となる。

【0026】請求項8に記載の発明によれば、内燃機関のカムシャフトとクランクシャフトとのうちの一方に連結されるとともに、内部に放射状に形成された仕切壁を

- 10 有するハウジングと、前記カムシャフトとクランクシャフトとのうち他方に連結されるとともに、前記ハウジング内部に回動可能に配置され、前記仕切壁によりハウジング内に形成される区画を進角油圧室と遅角油圧室とに区分する放射状ベーンを有するベーン体と、前記進角油圧室と遅角油圧室とに供給する作動油圧力を制御し前記ベーン体を前記ハウジングに対して相対回転させることによりクランクシャフトとカムシャフトとの相対回転位相を変化させる油圧制御装置と、前記ベーン体に設けられ、前記油圧室内の圧力が所定の圧力より低いときにベーン体から突出してハウジングに設けられた係合孔に係合し、ベーン体をハウジングに対してバルブタイミング最進角位置と最遅角位置との中間位置に係止する中間位置ロックピンと、を備えた内燃機関のバルブタイミング制御装置において、前記中間位置ロックピンを前記係合孔に向けて弾性的に押圧付勢するバネ手段を備え、該バネ手段は前記中間位置ロックピンが前記係合孔と係合する位置にある時の押圧力が、中間位置ロックピンが前記係合孔から離脱した位置にある時の押圧力より大きい非線形バネ特性を有する内燃機関のバルブタイミング制御装置が提供される。

- 20 20 有するハウジングと、前記カムシャフトとクランクシャフトとのうち他方に連結されるとともに、前記ハウジング内部に回動可能に配置され、前記仕切壁によりハウジング内に形成される区画を進角油圧室と遅角油圧室とに区分する放射状ベーンを有するベーン体と、前記進角油圧室と遅角油圧室とに供給する作動油圧力を制御し前記ベーン体を前記ハウジングに対して相対回転させることによりクランクシャフトとカムシャフトとの相対回転位相を変化させる油圧制御装置と、前記ベーン体に設けられ、前記油圧室内の圧力が所定の圧力より低いときにベーン体から突出してハウジングに設けられた係合孔に係合し、ベーン体をハウジングに対してバルブタイミング最進角位置と最遅角位置との中間位置に係止する中間位置ロックピンと、を備えた内燃機関のバルブタイミング制御装置において、更に、前記中間位置ロックピンが前記係合孔と係合した状態と、前記係合孔から離脱した状態とにそれぞれ所定の保持力で前記中間位置ロックピンを機械的に保持する手段を備えた内燃機関のバルブタイミング制御装置が提供される。

- 30 20 20 【0027】すなわち、請求項8に記載の発明では中間位置ロックピンがロック位置にあるときと、ロック解除位置にあるときに所定の保持力で中間位置ロックピンを機械的に保持する手段が設けられている。このため、一旦中間位置ロックピンがロック位置またはロック解除位置に移動すると、上記機械的保持力を越える大きな油圧変動が生じない限り中間位置ロックピンが動作しなくなるため、油圧の変動による中間位置ロックピンの誤作動が防止される。なお、中間位置ロックピンを機械的に保持する手段としては、例えば中間位置ロックピン側面に円周溝を設け、ベーン体のロックピン保持孔とハウジングの係合孔内壁に中間位置ロックピン側面に向けてバネ付勢される係止ボールを配置して、係止ボールと円周溝との係合により機械的に中間位置ロックピンを保持するものを使用することができる。

- 40 30 30 【0028】請求項9に記載の発明によれば、内燃機関のカムシャフトとクランクシャフトとのうちの一方に連結されるとともに、内部に放射状に形成された仕切壁を有するハウジングと、前記カムシャフトとクランクシャフトとのうち他方に連結されるとともに、前記ハウジング内部に回動可能に配置され、前記仕切壁によりハウジング内に形成される区画を進角油圧室と遅角油圧室とに

21

区分する放射状ベーンを有するベーン体と、前記進角油圧室と遅角油圧室とに供給する作動油圧力を制御し前記ベーン体を前記ハウジングに対して相対回転させることによりクランクシャフトとカムシャフトとの相対回転位相を変化させる油圧制御装置と、前記ベーン体に設けられ、前記油圧室内の圧力が所定の圧力より低いときにベーン体から突出してハウジングに設けられた係合孔に係合し、ベーン体をハウジングに対してバルブタイミング最進角位置と最遅角位置との中間位置に係止する中間位置ロックピンと、を備えた内燃機関のバルブタイミング制御装置において、前記油圧制御装置は機関停止操作開始時から機関停止時までの間に前記ベーン体を前記中間位置まで移動させるように前記油圧室に作動油を供給するとともに、機関カムシャフトとバルブとの摺動部にはカムシャフトとバルブとの少なくとも一方の表面上に固体潤滑層が形成された内燃機関のバルブタイミング制御装置が提供される。

【0029】すなわち、請求項9の発明では、カムシャフトとバルブとの摺動部には固体潤滑層が形成されており、摺動部の油膜が切れた状態でも摩擦が小さくなっている。機関停止操作開始時（例えばイグニッションキーオフ）から機関が停止するまでの間は、機関回転数の低下による摺動速度の低下と潤滑油ポンプの回転低下による潤滑油供給量低下のためカム摺動部では油膜切れが生じやすくなり、カムの摺動抵抗が大きくなる。このカム摺動抵抗はベーン体を最遅角位置に押圧する力として作用するため、機関停止操作開始後にベーン体を中間位置に移動させる場合には、カム摺動抵抗が大きいとベーン体を機関停止までに中間位置に移動できなくなる場合がある。本発明では、カム摺動部に固体潤滑層を形成し機関停止操作開始後の摺動摩擦を低減しているため、機関停止までにベーン体を中間位置に移動させることが容易になる。

【0030】請求項10に記載の発明によれば、内燃機関のカムシャフトとクランクシャフトとのうちの一方に連結されるとともに、内部に放射状に形成された仕切壁を有するハウジングと、前記カムシャフトとクランクシャフトとのうち他方に連結されるとともに、前記ハウジング内部に回動可能に配置され、前記仕切壁によりハウジング内に形成される区画を進角油圧室と遅角油圧室とに区分する放射状ベーンを有するベーン体と、前記進角油圧室と遅角油圧室とに供給する作動油圧力を制御し前記ベーン体を前記ハウジングに対して相対回転させることによりクランクシャフトとカムシャフトとの相対回転位相を変化させる油圧制御装置と、前記ベーン体に設けられ、前記油圧室内の圧力が所定の圧力より低いときにベーン体から突出してハウジングに設けられた係合孔に係合し、ベーン体をハウジングに対してバルブタイミング最進角位置と最遅角位置との中間位置に係止する中間位置ロックピンと、を備えた内燃機関のバルブタイミング

22

グ制御装置において、前記ハウジングの前記放射状ベーン先端に対向する内周面には、機関停止時に前記ベーン体が前記中間位置になるように前記放射状ベーンを吸引する磁石が配置された内燃機関のバルブタイミング制御装置が提供される。

【0031】すなわち、請求項10の発明ではハウジングにはベーン体を中間位置に吸引する磁石が設けられているため、機関停止操作を行い油圧室の油圧が低下するとベーン体は磁石に吸引されて機関停止までに中間位置に移動し、油圧低下に伴って中間位置ロックピンがロック位置に移動する。このため、機関停止後ベーン体は中間位置に係止された状態になり次回の始動時にはベーン体を確実に中間位置にロックした状態で機関を始動することが可能となる。

【0032】請求項11に記載の発明によれば、内燃機関のカムシャフトとクランクシャフトとのうちの一方に連結されるとともに、内部に放射状に形成された仕切壁を有するハウジングと、前記カムシャフトとクランクシャフトとのうち他方に連結されるとともに、前記ハウジング内部に回動可能に配置され、前記仕切壁によりハウジング内に形成される区画を進角油圧室と遅角油圧室とに区分する放射状ベーンを有するベーン体と、前記進角油圧室と遅角油圧室とに供給する作動油圧力を制御し前記ベーン体を前記ハウジングに対して相対回転させることによりクランクシャフトとカムシャフトとの相対回転位相を変化させる油圧制御装置と、前記ベーン体に設けられ、前記油圧室内の圧力が所定の圧力より低いときにベーン体から突出してハウジングに設けられた係合孔に係合し、ベーン体をハウジングに対してバルブタイミング最進角位置と最遅角位置との中間位置に係止する中間位置ロックピンと、を備えた内燃機関のバルブタイミング制御装置において、更に、機関運転中に加圧作動油を貯留し機関停止操作開始後に該加圧作動油を前記油圧制御装置に供給する蓄圧装置を備え、前記油圧制御装置は機関停止操作開始時から機関停止時までの間に前記ベーン体を前記中間位置まで移動させるように前記油圧室に作動油を供給する、内燃機関のバルブタイミング制御装置が提供される。

【0033】すなわち、請求項11の発明では作動油を貯留する蓄圧装置が設けられており機関停止操作開始後にこの蓄圧装置から油圧制御装置に作動油が供給される。このため、機関停止操作開始後も油圧源が確保されるようになり、機関停止時までに確実にベーン体を中間位置に移動させ、中間位置ロックピンをロック状態にすることが可能となる。

【0034】請求項12に記載の発明によれば、内燃機関のカムシャフトとクランクシャフトとのうちの一方に連結されるとともに、内部に放射状に形成された仕切壁を有するハウジングと、前記カムシャフトとクランクシャフトとのうち他方に連結されるとともに、前記ハウジ

23

ング内部に回動可能に配置され、前記仕切壁によりハウジング内に形成される区画を進角油圧室と遅角油圧室とに区分する放射状ベーンを有するベーン体と、前記進角油圧室と遅角油圧室とに供給する作動油圧力を制御し前記ベーン体を前記ハウジングに対して相対回転させることによりクランクシャフトとカムシャフトとの相対回転位相を変化させる油圧制御装置と、前記ベーン体に設けられ、前記油圧室内の圧力が所定の圧力より低いときにベーン体から突出してハウジングに設けられた係合孔に係合し、ベーン体をハウジングに対してバルブタイミング最進角位置と最遅角位置との中間位置に係止する中間位置ロックピンと、を備えた内燃機関のバルブタイミング制御装置において、前記作動油として内燃機関潤滑油ポンプから機関潤滑系に供給される潤滑油の一部が使用され、前記油圧制御装置は、機関停止操作開始時から機関停止時までの間に前記ベーン体を前記中間位置まで移動させるように前記油圧室に作動油を供給し、更に、機関停止後に潤滑系への潤滑油供給を制限する手段が設けられた、内燃機関のバルブタイミング制御装置が提供される。

【0035】すなわち、請求項12の発明では、機関潤滑系に潤滑油ポンプから供給される潤滑油の一部が作動油として使用される。機関停止操作が開始されると機関回転数の低下に伴って潤滑油ポンプからの潤滑油吐出量も低下する。このため、油圧制御装置への作動油（潤滑油）供給量も低下して機関停止時にベーン体を中間位置まで移動させるだけの油圧と油量が得られない場合が生じる。本発明では、機関停止操作開始後に機関の潤滑系への潤滑油供給を制限し、機関潤滑系への潤滑油供給量を低減することにより油圧制御装置への作動油（潤滑油）供給量の大幅な低下を抑制する。これにより機関停止時に確実にベーン体を中間位置に移動させて中間位置ロックピンをロック状態にすることが可能となる。

【0036】請求項13に記載の発明によれば、内燃機関のカムシャフトとクランクシャフトとのうちの一方に連結されるとともに、内部に放射状に形成された仕切壁を有するハウジングと、前記カムシャフトとクランクシャフトとのうち他方に連結されるとともに、前記ハウジング内部に回動可能に配置され、前記仕切壁によりハウジング内に形成される区画を進角油圧室と遅角油圧室とに区分する放射状ベーンを有するベーン体と、前記進角油圧室と遅角油圧室とに供給する作動油圧力を制御し前記ベーン体を前記ハウジングに対して相対回転させることによりクランクシャフトとカムシャフトとの相対回転位相を変化させる油圧制御装置と、前記ベーン体に設けられ、前記油圧室内の圧力が所定の圧力より低いときにベーン体から突出してハウジングに設けられた係合孔に係合し、ベーン体をハウジングに対してバルブタイミング最進角位置と最遅角位置との中間位置に係止する中間位置ロックピンと、を備えた内燃機関のバルブタイミン

50

24

グ制御装置において、更に、機関停止指令入力後所定の遅延時間経過後に機関停止操作を開始する機関制御手段を備え、前記作動油は内燃機関駆動の油ポンプから油圧制御装置に供給され、前記油圧制御装置は、機関停止指令入力時から機関停止時までの間に前記ベーン体を前記中間位置まで移動させるように前記油圧室に作動油を供給する、内燃機関のバルブタイミング制御装置が提供される。

【0037】すなわち、請求項13の発明では機関停止指令（例えばイグニッションキーオフ）後直ちに機関の停止操作を行わず、所定の遅延時間の間機関の運転を継続した後停止を行うとともに、ベーン体を中間位置まで移動させる。これにより、機関停止指令後も所定の時間油ポンプからの作動油供給量は低下せず、確実にベーン体を中間位置に移動させることが可能となる。

【0038】請求項14に記載の発明によれば、前記機関制御手段は、機関停止指令入力時の機関回転数または作動油温度の少なくとも一方に基づいて前記遅延時間を設定する請求項13に記載の内燃機関のバルブタイミング制御装置が提供される。

【0039】すなわち、請求項14に記載の発明では、請求項13の遅延時間は機関停止指令入力時の機関回転数または作動油温度の少なくとも一方に基づいて決定される。ベーン体を中間位置まで移動させるのに要する時間は機関回転数（すなわち、ポンプ吐出圧力と吐出量）と油温（すなわち、作動油の粘度）に応じて変化する。例えば機関回転数が高い場合には油ポンプの回転数も高く、作動油の油圧が高く作動油供給量も大きくなっている。このため、機関回転数が高い場合には機関回転数が低い場合よりも短時間でベーン体を中間位置まで移動させることができる。また、油温が高い場合には作動油粘度が低くなるため作動油の流動が良好になり各クリアランス部からのリーク量が増大する。このため、油温が高い場合には油温が低い場合に較べてベーン体を中間位置まで移動させるために多くの作動油を供給する必要がある。本発明では、機関停止指令入力時の機関回転数と油温とに基づいて停止遅延時間を決定するため、機関停止時に確実にベーン体を中間位置にロックすることができるとともに、遅延時間を機関回転数、油温に応じて必要最小限に抑えることが可能となる。

【0040】請求項15に記載の発明によれば、前記機関制御手段は、前記機関停止指令入力後前記ベーン体が前記中間位置まで移動した後に機関停止操作を開始する請求項13に記載の内燃機関のバルブタイミング制御装置が提供される。

【0041】すなわち、請求項15ではベーン体を中間位置まで移動させた後に機関停止操作が開始される。そのため、機関停止時に確実にベーン体を中間位置にロックすることが可能となる。

【0042】請求項16に記載の発明によれば、内燃機

25

関のカムシャフトとクランクシャフトとのうちの一方に連結されるとともに、内部に放射状に形成された仕切壁を有するハウジングと、前記カムシャフトとクランクシャフトとのうち他方に連結されるとともに、前記ハウジング内部に回動可能に配置され、前記仕切壁によりハウジング内に形成される区画を進角油圧室と遅角油圧室とに区分する放射状ベーンを有するベーン体と、前記進角油圧室と遅角油圧室とに供給する作動油圧力を制御し前記ベーン体を前記ハウジングに対して相対回転させることによりクランクシャフトとカムシャフトとの相対回転位相を変化させる油圧制御装置と、前記ベーン体に設けられ、前記油圧室内の圧力が所定の圧力より低いときにベーン体から突出してハウジングに設けられた係合孔に係合し、ベーン体をハウジングに対してバルブタイミング最進角位置と最遅角位置との中間位置に係止する中間位置ロックピンと、を備えた内燃機関のバルブタイミング制御装置において、更に、機関への燃料供給を制御する機関制御手段を備え、前記油圧制御装置は、機関始動操作開始後に前記ベーン体を前記中間位置まで移動させることにより前記油圧室に作動油を供給し、前記機関制御手段は機関始動操作開始後、前記ベーン体が前記中間位置に係止された後機関への燃料供給を開始する、内燃機関のバルブタイミング制御装置が提供される。

【0043】すなわち、請求項16の発明では機関停止操作開始後スロットル弁は全開に維持される。機関駆動の油ポンプから作動油を供給してベーン体を移動させる場合には、機関が停止してしまうと作動油が全く供給されなくなりベーン体を移動させることはできなくなる。このため、機関停止操作開始から機関が完全に停止するまでの惰性回転の時間が短いと、機関停止操作開始後にベーン体を中間位置まで移動させることができなくなる可能性がある。本発明では、機関停止操作開始後スロットル弁開度を全開に維持するようにしたことにより、停止操作開始後の機関のポンピングロスは大幅に低減する。このため、機関停止後の惰性回転中の抵抗が低減され惰性回転時間が延長される。

【0044】請求項17に記載の発明によれば、内燃機関のカムシャフトとクランクシャフトとのうちの一方に連結されるとともに、内部に放射状に形成された仕切壁を有するハウジングと、前記カムシャフトとクランクシャフトとのうち他方に連結されるとともに、前記ハウジング内部に回動可能に配置され、前記仕切壁によりハウジング内に形成される区画を進角油圧室と遅角油圧室とに区分する放射状ベーンを有するベーン体と、前記進角油圧室と遅角油圧室とに供給する作動油圧力を制御し前記ベーン体を前記ハウジングに対して相対回転させることによりクランクシャフトとカムシャフトとの相対回転

26

位相を変化させる油圧制御装置と、前記ベーン体に設けられ、前記油圧室内の圧力が所定の圧力より低いときにベーン体から突出してハウジングに設けられた係合孔に係合し、ベーン体をハウジングに対してバルブタイミング最進角位置と最遅角位置との中間位置に係止する中間位置ロックピンと、を備えた内燃機関のバルブタイミング制御装置において、更に、機関への燃料供給を制御する機関制御手段を備え、前記油圧制御装置は、機関始動操作開始後に前記ベーン体を前記中間位置まで移動させることによりクランクシャフトとカムシャフトとの相対回転位相を変化させる油圧制御装置と、前記ベーン体に設けられ、前記油圧室内の圧力が所定の圧力より低いときにベーン体から突出してハウジングに設けられた係合孔に係合し、ベーン体をハウジングに対してバルブタイミング最進角位置と最遅角位置との中間位置に係止する中間位置ロックピンと、を備えた内燃機関のバルブタイミング制御装置において、更に、機関への燃料供給を制御する機関制御手段を備え、前記油圧制御装置は、機関始動操作開始後に前記ベーン体を前記中間位置まで移動させるように前記油圧室に作動油を供給し、前記機関制御手段は機関始動操作開始後、前記ベーン体が前記中間位置に係止された後機関への燃料供給を開始する、内燃機関のバルブタイミング制御装置が提供される。

【0045】すなわち、請求項17の発明では機関始動操作（例えばクランキング）開始後にベーン体を中間位置に移動させ、ロックする。この場合、機関始動操作が開始されてベーン体が中間位置にロックされるまでは機関バルブタイミングは一定しないため、燃料噴射量等の機関制御パラメータを始動に最適な値に調節することが困難となり、機関の始動性が悪化する場合がある。本発明では、機関始動操作後、ベーン体が中間位置にロックされた後に機関への燃料供給を開始するため、燃料供給量を中間バルブタイミングに最適な値に固定することが可能となり機関の始動性が向上する。

【0046】請求項18に記載の発明によれば、内燃機関のカムシャフトとクランクシャフトとのうちの一方に連結されるとともに、内部に放射状に形成された仕切壁を有するハウジングと、前記カムシャフトとクランクシャフトとのうち他方に連結されるとともに、前記ハウジング内部に回動可能に配置され、前記仕切壁によりハウジング内に形成される区画を進角油圧室と遅角油圧室とに区分する放射状ベーンを有するベーン体と、前記進角油圧室と遅角油圧室とに供給する作動油圧力を制御し前記ベーン体を前記ハウジングに対して相対回転させることによりクランクシャフトとカムシャフトとの相対回転位相を変化させる油圧制御装置と、前記ベーン体に設けられ、前記油圧室内の圧力が所定の圧力より低いときにベーン体から突出してハウジングに設けられた係合孔に係合し、ベーン体をハウジングに対してバルブタイミング最進角位置と最遅角位置との中間位置に係止する中間位置ロックピンと、を備えた内燃機関のバルブタイミング制御装置において、更に、前記中間位置ロックピンの受圧部と前記進角油圧室と遅角油圧室との双方とを接続し、中間位置ロックピンを前記係合孔から離脱する方向に押圧する作動油を供給するロックピンリフト油圧供給通路と、バルブタイミング変更中に前記中間位置ロックピンが前記係合孔に係合し、ベーン体が誤って中間位置に係止されたことを検出する誤作動検出手段と、を備え、前記油圧制御装置は、前記誤作動検出手段によりベーン体の誤作動による中間位置への係止が検出されたと

27

きに前記進角油圧室と前記遅角油圧室との圧力が略同一となるようにそれぞれの油圧室に作動油を供給する、内燃機関のバルブタイミング制御装置が提供される。

【0047】すなわち、請求項18の発明では機関の通常運転時に中間位置ロックピンが誤作動した場合には、進角油圧室と遅角油圧室との双方の油圧を略同一にする。機関通常運転時のバルブタイミング調節中にベーン体が中間位置に係止されると、目標バルブタイミングと実際のバルブタイミングとの間には差が生じたままになるため、油圧制御装置はベーン体を目標位置に移動させようとして駆動側の油圧室の油圧を増大させる。このため、中間位置ロックピンの側面が係合孔壁面に強い力で押しつけられるようになる。このため、例えばロックピンリフト油圧が一時的に低下して中間位置ロックピンがロックしたような場合にロックピンリフト油圧が回復してもロックピンと係合孔壁面との摩擦により中間位置ロックピンのロックを解除することができなくなる場合がある。本発明では、中間位置ロックピンの誤作動によるベーン体の中間位置へのロックが検出された場合には、進角油圧室と遅角油圧室との圧力を略同一に調整する。これにより、中間位置ロックピンを係合孔壁面に押しつける力が低減されロックピンがロック解除位置に移動し易くなるとともに、ロックピンリフト油圧供給通路には両方の油圧室からリフト油圧が供給されるようになるため、誤作動によるロックが確実に解除される。

【0048】請求項19に記載の発明によれば、内燃機関の吸気カムシャフトとクランクシャフトとのうちの一方に連結されるとともに、内部に放射状に形成された仕切壁を有するハウジングと、前記吸気カムシャフトとクランクシャフトとのうち他方に連結されるとともに、前記ハウジング内部に回動可能に配置され、前記仕切壁によりハウジング内に形成される区画を進角油圧室と遅角油圧室とに区分する放射状ベーンを有するベーン体と、前記進角油圧室と遅角油圧室とに供給する作動油圧力を制御し前記ベーン体を前記ハウジングに対して相対回転させることによりクランクシャフトとカムシャフトとの相対回転位相を変化させる油圧制御装置と、前記ベーン体に設けられ、前記油圧室内の圧力が所定の圧力より低いときにベーン体から突出してハウジングに設けられた係合孔に係合し、ベーン体をハウジングに対して吸気バルブタイミング最進角位置と最遅角位置との中間位置に係止する中間位置ロックピンと、を備えた内燃機関のバルブタイミング制御装置において、更に、排気バルブタイミングを機関通常運転時のタイミングと最進角タイミングとの間で変更可能な排気バルブタイミング調節手段と、吸気バルブタイミング変更中に前記中間位置ロックピンが前記係合孔に係合し、ベーン体が誤って中間位置に係止されたことを検出する誤作動検出手段と、を備え、前記排気バルブタイミング調節手段は、前記誤作動検出手段によりベーン体の誤作動による中間位置への係

10

20

30

40

50

28

止が検出されたときに、排気バルブタイミングを通常運転タイミングから最進角タイミングに変化させる、内燃機関のバルブタイミング制御装置が提供される。

【0049】すなわち、請求項19の発明では吸気バルブタイミングと排気バルブタイミングとの両方を変更可能なバルブタイミング制御装置が使用される。また、中間位置ロックピンが誤作動して吸気バルブタイミング変更中に中間位置にロックされてしまった場合には、排気バルブタイミングが最進角側に変更される。吸気バルブタイミングが中間位置にロックされると、通常の排気バルブタイミング（例えば排気バルブタイミングが固定された機関の排気バルブタイミング）ではバルブオーバラップ量が比較的多くなり、燃焼室内に残留する既燃ガス量が増大するため運転条件によっては燃焼が不安定になる場合がある。本発明では、吸気バルブタイミングが中間バルブタイミングにロックした場合には排気バルブタイミングを最進角バルブタイミングにすることによりバルブオーバラップ量を低減するようにしている。これにより、全運転条件下で残留既燃ガス量の増大による燃焼の不安定が生じることが防止される。なお、本発明では排気側のバルブタイミング変更は中間位置ロックピンの誤作動が生じていない場合には上記通常の排気バルブタイミングに固定し、誤作動が生じた場合のみ最進角バルブタイミングに変更するようにしても良い。

【0050】請求項20に記載の発明によれば、内燃機関のカムシャフトとクランクシャフトとのうちの一方に連結されるとともに、内部に放射状に形成された仕切壁を有するハウジングと、前記カムシャフトとクランクシャフトとのうち他方に連結されるとともに、前記ハウジング内部に回動可能に配置され、前記仕切壁によりハウジング内に形成される区画を進角油圧室と遅角油圧室とに区分する放射状ベーンを有するベーン体と、前記進角油圧室と遅角油圧室とに供給する作動油圧力を制御し前記ベーン体を前記ハウジングに対して相対回転させることによりクランクシャフトとカムシャフトとの相対回転位相を変化させる油圧制御装置と、前記ベーン体に設けられ、前記油圧室内の圧力が所定の圧力より低いときにベーン体から突出してハウジングに設けられた係合孔に係合し、ベーン体をハウジングに対してバルブタイミング最進角位置と最遅角位置との中間位置に係止する中間位置ロックピンと、を備えた内燃機関のバルブタイミング制御装置において、更に、機関停止操作時に機関停止操作開始から機関停止までの間に前記ベーン体を前記中間位置まで移動させることが可能か否かを機関停止操作開始時の作動油温度と機関回転数に基づいて判定する判定手段を備え、前記油圧制御装置は、機関停止操作開始時に前記判定手段によりベーン体の中間位置までの移動が可能と判断された時にのみ機関停止操作開始後に前記ベーン体を前記中間位置まで移動させるように前記油圧室に作動油を供給する、内燃機関のバルブタイミング

制御装置が提供される。

【0051】すなわち、請求項20の発明では機関停止操作開始時の作動油温度と機関回転数に基づいて機関が停止するまでにベーン体を中間位置まで移動させることができか否かを判定するとともに、中間位置まで移動させることができない場合には、中間位置への移動を行わない。これにより、ベーン体はカム駆動の反力により機関停止まで最遅角位置に移動するため次の始動時にはバルブタイミングは最遅角バルブタイミングになる。これにより、ベーン体が中間位置への移動の途中で停止してしまうことがないため、中間位置への移動ができなかった場合でも次の機関始動時にはバルブタイミングを最遅角バルブタイミングとことができ、一定しないバルブタイミングで機関を始動することがなくなる。

【0052】請求項21に記載の発明によれば、内燃機関のカムシャフトとクランクシャフトとのうちの一方に連結されるとともに、内部に放射状に形成された仕切壁を有するハウジングと、前記カムシャフトとクランクシャフトとのうち他方に連結されるとともに、前記ハウジング内部に回動可能に配置され、前記仕切壁によりハウジング内に形成される区画を進角油圧室と遅角油圧室とに区分する放射状ベーンを有するベーン体と、前記進角油圧室と遅角油圧室とに供給する作動油圧力を制御し前記ベーン体を前記ハウジングに対して相対回転させることによりクランクシャフトとカムシャフトとの相対回転位相を変化させる油圧制御装置と、前記ベーン体に設けられ、前記油圧室内の圧力が所定の圧力より低いときにベーン体から突出してハウジングに設けられた係合孔に係合し、ベーン体をハウジングに対してバルブタイミング最進角位置と最遅角位置との中間位置に係止する中間位置ロックピンと、を備えた内燃機関のバルブタイミング制御装置において、更に、前記ベーン体に設けられ、前記油圧室内の圧力が所定の圧力より低いときにベーン体から突出してハウジングに設けられた最遅角係合孔に係合し、ベーン体をハウジングに対してバルブタイミング最遅角位置に係止する最遅角位置ロックピンと、機関停止指令入力後所定の遅延時間経過後に機関停止操作を開始する機関制御手段と、前記ベーン体が前記中間位置に係止されているか否かを判定する判定手段と、を備え、前記作動油は内燃機関駆動の油ポンプから油圧制御装置に供給され、前記油圧制御装置は、機関停止指令入力後、前記ベーン体が前記中間位置に移動するよう前記油圧室に作動油を供給し、その後前記判定手段により前記ベーン体が中間位置に係止されていないと判定された場合には、前記ベーン体を前記最遅角位置に移動させる、内燃機関のバルブタイミング制御装置が提供される。

【0053】すなわち、請求項21の発明では機関停止を遅延させてベーン体を中間位置に移動させるととも

に、実際にベーン体が中間位置にロックされたか否かを、例えば実際のバルブタイミングに基づいて判定する。そして、ベーン体が中間位置にロックされていない場合には、次にベーン体を最遅角位置まで移動させる。本発明では、ベーン体を最遅角位置にロックする最遅角位置ロックピンが設けられているため、これによりベーン体の中間位置ロックが失敗した場合でもベーン体は確実に最遅角位置にロックされるようになる。このため、本発明では、機関始動時のバルブタイミングは中間バルブタイミングと最遅角バルブタイミングとのいずれか一方に確実に固定されるようになる。

【0054】請求項22に記載の発明によれば、更に、前記油圧室の圧力が所定の圧力より低いときに前記ベーン体の移動範囲を前記最遅角位置と前記中間位置との間に制限する手段を備え、前記油圧制御装置は、機関停止指令入力後、前記ベーン体をまず前記最遅角位置と前記中間位置との間に移動させ、その後前記中間位置への移動を行う、請求項21に記載の内燃機関のバルブタイミング制御装置が提供される。

【0055】すなわち、請求項22の発明では機関停止を遅延させるとともに、まずベーン体を中間位置と最遅角位置との間まで移動させる。これにより、遅延時間が経過して機関停止操作が行われ油圧が低下するとベーン体の移動範囲は中間位置と最遅角位置との間に制限される。この状態では、進角側油圧室の油圧を上昇させベーン体を制限範囲の中で最も進角側に移動させるだけでベーン体は中間位置に保持されることになる。このため、ベーン体を中間位置に正確に移動させるために進角油圧室と遅角油圧室との油圧を精密に制御する必要がなくなり、短時間でベーン体を中間位置に到達させて中間位置ロックピンをロックさせることができるようになる。

【0056】請求項23に記載の発明によれば、内燃機関のカムシャフトとクランクシャフトとのうちの一方に連結されるとともに、内部に放射状に形成された仕切壁を有するハウジングと、前記カムシャフトとクランクシャフトとのうち他方に連結されるとともに、前記ハウジング内部に回動可能に配置され、前記仕切壁によりハウジング内に形成される区画を進角油圧室と遅角油圧室とに区分する放射状ベーンを有するベーン体と、前記進角油圧室と遅角油圧室とに供給する作動油圧力を制御し前記ベーン体を前記ハウジングに対して相対回転させることによりクランクシャフトとカムシャフトとの相対回転位相を変化させる油圧制御装置と、前記ベーン体に設けられ、前記油圧室内の圧力が所定の圧力より低いときにベーン体から突出してハウジングに設けられた係合孔に係合し、ベーン体をハウジングに対してバルブタイミング最進角位置と最遅角位置との中間位置に係止する中間位置ロックピンと、を備えた内燃機関のバルブタイミング制御装置において、更に、機関停止時に前記ベーン体を前記中間位置に移動させる手段と、機関始動操作開始

31

時に前記中間位置ロックピンが前記係合孔に係合しているか否かを判定する判定手段と、機関の制御パラメータを決定し機関運転状態を制御する機関制御手段と、を備え、前記機関制御手段は、機関始動時に前記判定手段により前記中間位置ロックピンが前記係合孔に係合していると判定されたときにのみ、前記中間位置におけるバルブタイミングに対応した制御パラメータを用いて機関始動操作を行う、内燃機関のバルブタイミング制御装置が提供される。

【0057】すなわち、請求項23の発明では機関始動操作開始時にペーン体が中間位置にロックされているか否かを判定するとともに、中間位置にロックされている場合にのみ中間バルブタイミングに対応した点火時期、燃料噴射量等の制御パラメータの値を設定する。また、ペーン体が中間位置にロックされていない場合にはペーン体の実際の位置に応じた点火時期制御を行う。これにより、実際には機関が中間バルブタイミングで始動されていないのに制御パラメータの値が中間バルブタイミングに対応した値に設定されてしまい、機関始動性の悪化や始動後の機関性能の低下が生じることが防止される。

【0058】請求項24に記載の発明によれば、更に、前記ペーン体に設けられ、前記油圧室内の圧力が所定の圧力より低いときにペーン体から突出してハウジングに設けられた最遅角係合孔に係合し、ペーン体をハウジングに対してバルブタイミング最遅角位置に係止する最遅角位置ロックピンを備え、前記機関制御手段は、機関始動時に前記判定手段により前記中間位置ロックピンが前記係合孔に係合していないと判定された時には、前記最遅角位置に対応した制御パラメータを用いて機関始動操作を行う、内燃機関のバルブタイミング制御装置が提供される。

【0059】すなわち、請求項24の発明では機関始動時にペーン体が中間位置にロックされている場合には中間バルブタイミングに対応した制御パラメータの値で始動操作が行われ、中間位置にロックされていない場合には最遅角バルブタイミングに対応した制御パラメータの値で始動操作が行われる。機関始動時にペーン体が中間位置にロックされていない場合には、ペーン体はカム駆動反力により最遅角位置に移動し、最遅角ロックピンにより最遅角位置に保持されるようになる。このため、本発明ではペーン体の中間位置へのロックの有無にかかわらず常にバルブタイミングに適した制御パラメータの値で始動操作が行われ、機関の始動性の悪化や始動後の機関性能の悪化が生じることが防止される。

【0060】請求項25に記載の発明によれば、内燃機関のカムシャフトとクランクシャフトとのうちの一方に連結されるとともに、内部に放射状に形成された仕切壁を有するハウジングと、前記カムシャフトとクランクシャフトとのうち他方に連結されるとともに、前記ハウジング内部に回動可能に配置され、前記仕切壁によりハウ

32

ジング内に形成される区画を進角油圧室と遅角油圧室とに区分する放射状ペーンを有するペーン体と、前記進角油圧室と遅角油圧室とに供給する作動油圧力を制御し前記ペーン体を前記ハウジングに対して相対回転させることによりクランクシャフトとカムシャフトとの相対回転位相を変化させる油圧制御装置と、を備えた内燃機関のバルブタイミング制御装置において、前記ペーン体と前記仕切壁との少なくとも一方の、ペーン体と仕切壁との当接部に緩衝材を配置した、内燃機関のバルブタイミング制御装置が提供される。

【0061】すなわち、請求項25の発明では、ペーン体と仕切壁との当接部には緩衝材が配置される。このため、中間位置または最遅角位置にペーン体がロックしていない状態で機関を始動して、油圧室の油圧が充分に得られないためにペーン体と仕切壁との衝突が生じても打音が発生することが防止される。なお、緩衝材としては、耐油性のゴム等を使用することができる。

【0062】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を用いて本発明の実施形態について説明する。図1は本発明のバルブタイミング制御装置を自動車用4気筒機関に適用した場合の実施形態の概略構成を示す図である。図1において、参考符号1は自動車用内燃機関を示す。本実施形態では機関1は互いに独立した吸気カムシャフトと排気カムシャフトとを有するDOHC(ダブルオーバーヘッドカムシャフト)型4気筒機関とされている。本実施形態では機関1の排気系は、それぞれ互いに排気の干渉を生じない点火順序の2つの気筒がそれぞれ1つの排気通路に接続されたいわゆるデュアルエキゾーストシステムとされている。図1において、41は第1気筒と第3気筒との排気を排気集合管51に合流させる排気枝管、43は第2気筒と第4気筒との排気とを排気集合管52に合流させる排気枝管をそれぞれ示している。また、排気集合管51と52とは、下流側で单一の排気管57に合流している。

【0063】図1において、61は機関1の各気筒を共通の吸気通路63に接続する吸気マニホールド、17は吸気通路63に配置されたスロットル弁である。また、吸気通路63には機関吸入空気量(重量流量)を検出可能な、例えば熱線式等のエアフローメータ21が配置されている。また、本実施形態では機関1には可変バルブタイミング機構10が設けられている。

【0064】以下、図2、図3を参照して図1の可変バルブタイミング機構の構成について簡単に説明する。図2は、本実施形態の可変バルブタイミング機構10の図1、II-II線に沿った断面図、図3は図2のIII-III-I线に沿った断面図を示す。図2、図3において、13はクランク軸(図示せず)からチェーンにより回転駆動されるタイミングプーリー、101は後述する仕切壁を構成するスペーサ、102はエンドカバーを示

33

す。プーリー13、スペーサ101、エンドカバー102はボルト105により一体に締結され、プーリー13とともに回転するハウジング100を構成する。また、図2、図3に110で示すのは、ハウジング100内に回動可能に収納されたベーン体である。ベーン体110はボルト104により、機関1の各気筒の吸気弁（図示せず）を開閉する吸気カムシャフト11に連結され、ハウジング100とともに回転する。すなわち、吸気カムシャフト11の駆動力は、クランク軸からチェーンを介してプーリー13及びハウジング100に伝達され、ハウジング100からベーン体110を介して吸気カムシャフトに伝達される。

【0065】図2に示すように、ベーン体110はその外周部にベーン111を、ハウジング100のスペーサ101は、内部に放射状に形成された仕切壁103を、それぞれ備えている（本実施形態では、ベーン111、仕切壁103の数はそれぞれ4つとされている）。図2から判るように、ハウジング100内の仕切壁103相互により仕切られた区画は、更に各ベーン111により区画されそれぞれの区画内に2つの油圧室121、123が形成されている。また、ハウジング100とベーン体110との間の各摺動部はオイルシール107、113等により油密が保たれている。本実施形態では、油圧室121と123の一方に作動油（本実施形態では機関潤滑油）を供給し、他方から作動油を排出することにより、機関運転中にハウジング100に対してベーン体110を相対的に回動させることにより吸気バルブタイミングを変化させる。例えば、プーリー13の回転方向を図2に矢印Rで示した方向とすると、油圧室121に作動油を供給し、油圧室123から作動油を排出することによりベーン体110はハウジング100に対して矢印Rの方向に変位する。ハウジング100、プーリー13はクランク軸に同期して回転しているため、これによりベーン体110及びベーン体に連結された吸気カムシャフト11はクランク軸に対して回転位相が矢印R方向に進角した状態でハウジング100と一緒に回転するようになる。これにより、吸気カムシャフト11は、クランク軸に対して回転位相が進角した位置に油圧室121、123内の油圧で保持され、吸気バルブタイミングは進角する。また、逆に油圧室123に作動油を供給し油圧室121から作動油を排出することにより吸気バルブタイミングは遅角するようになる。このため、本明細書では、油圧室121を進角油圧室、油圧室123を遅角油圧室と呼ぶ。

【0066】また、本実施形態では、ベーン体110をハウジング100に対して所定位置に固定するロックピンが設けられている。ロックピンは用途に応じて複数個設けることが可能であるが、図2では煩雑化を避けるためロックピン200を1つだけ示している。各種ロックピンの構成及び機能の詳細については後に詳述する。図

34

3において、115、117はそれぞれ進角油圧室121と遅角油圧室123に作動油を供給する油通路を示している。進角油圧室121に供給される作動油は、カムシャフト11の軸受内周に設けられた円周油溝（図示せず）からカムシャフト内に穿設された軸方向油通路115に入り、ベーン体110の切れ115aからベーン体110内に形成された環状油溝115bに流入する。そして、油溝115bから油通路115c（図2）を経て、ベーン体110のベーン111付け根部分から進角油圧室121内に流入する。また、遅角油圧室123に供給される作動油は、カムシャフト11内に設けられた別の円周油溝からカムシャフト11内の軸方向油通路117に入り、プーリー13とカムシャフト11摺動部に形成された円周油溝117aからプーリー13内の油通路117bを経て、ポート117cから遅角油圧室123内に流入する。

【0067】図3に25で示すのは、進角用油圧室121と遅角用油圧室123とへの作動油供給を制御するオイルコントロールバルブ（以下「OCV」と呼ぶ）25である。OCV25は、スプール26を有するスプール弁であり、進角用油通路115に配管を介して接続された油圧ポート26aと、遅角用油通路117に配管を介して接続された油圧ポート26b、機関出力軸に駆動される潤滑油ポンプ等の圧力油供給源28に接続されたポート26c及び2つのドレーンポート26d、26eを備えている。OCV25のスプール26はポート26aと26bのうちのいずれかをポート26cに連通し、他方をドレーンポートに接続するように動作する。

【0068】すなわち、図3においてスプール26が右方向に移動すると、進角用油通路115に連通するポート26aはポート26cを介して油圧供給源28に接続され、ドレーンポート26dは閉鎖される。また、この時同時に遅角用油通路117に接続されたポート26bはドレーンポート26eに連通する。このため、可変バルブタイミング機構10の進角用油圧室121には、機関の潤滑油ポンプ等の油圧供給源28から作動油が流入し、進角油圧室121内の油圧を上昇させてベーン体110を図2の矢印R方向（進角方向）に押動する。また、この時遅角油圧室123内の作動油は油通路117、OCV25のポート26b等を通りドレーンポート26eから排出される。このため、ベーン体110はハウジング100に対して図2のR方向に回動する。また、図3において逆にスプール26が左方向に移動すると、ポート26bはポート26cに接続され、ポート26aはドレーンポート26dに接続される。これにより、遅角油圧室123には油通路117を通って作動油が流入し、進角油圧室121からは油通路115を通ってドレーンポート26dに作動油が排出されるため、ベーン体110はハウジング110に対して図2の矢印Rとは逆の方向に回動する。

50

【0069】また、スプール26が図3に示した中立位置にあるときは、ポート26a、26bは両方とも開放される。図3に25bで示すのは、スプール26を駆動するリニアソレノイドアクチュエータである。リニアソレノイドアクチュエータ25bは後述するECU30からの制御パルス信号を入力し、この制御パルス信号に応じてスプール26を移動させることにより、ペーン体110の位置、すなわち吸気弁のバルブタイミングを変更する。例えば、リニアソレノイドアクチュエータ25bはECU30からの制御パルス信号がオンになると、スプール26を図3右方向に移動させ、進角油圧室121に作動油を流入させる。また、リニアソレノイドアクチュエータ25bはECU30からの制御パルス信号がオフになると、スプール26を図3左方向に移動させ、遅角油圧室123に作動油を流入させる。ECU30は、上記制御パルス信号のオン、オフデューティー比（信号がオンになっている時間とオフになっている時間との合計に占める信号オン時間の割合）を変化させることにより油圧室121と123とに供給する油量を制御する。すなわち、制御パルス信号のデューティー比が100（パーセント）の場合には、スプール26は図3右方向に移動した状態に保持され、ポート26a及びドレーンポート26eは全開に保持されるため、作動油は進角油圧室121のみに供給され、進角油圧室121内の油圧が上昇する。また、同様に制御パルス信号のデューティー比が0の場合には作動油は遅角油圧室123のみに供給され、遅角油圧室123内の油圧が上昇する。制御パルス信号のデューティー比が50（パーセント）の状態では、ポート26aと26bとは両方とも開放されるため、可変バルブタイミング機構10の進角油圧室121と遅角油圧室123との両方に同じ量の作動油が供給されることになる。

【0070】図3に30で示すのは、OCV25の動作を制御する電子制御回路（ECU）である。本実施形態では、ECU30はリードオンリメモリ（ROM）32、ランダムアクセスメモリ（RAM）33、マイクロプロセッサ（CPU）34、入力ポート35、出力ポート36を相互に双方向性バス31で接続した公知の構成のマイクロコンピュータとして構成される。本実施形態のECU30は、機関運転条件に応じてOCV25の動作を制御して吸気弁のバルブタイミングを調節し、機関運転条件に最適な吸気弁バルブタイミングを設定する。この制御のため、ECU30の入力ポート35には、機関の吸気通路63に設けられたエアフローメータ21から機関吸入空気量（重量流量）Gに対応した電圧信号と、機関1の潤滑油回路に配置した油温センサ23から潤滑油温度TOに対応した電圧信号とが、それぞれAD変換器29を介して入力されているほか、カムシャフトに設けられたカム回転角センサ25からカムシャフト11の回転角を表すパルス信号と、機関クランク軸に設け

られたクランク軸回転角センサ27からクランク軸回転角を表すパルス信号とが入力されている。なお、油温センサ23を設ける代わりに、機関1の冷却水温度を検出する冷却水温度センサを設け、検出した冷却水温度から潤滑油温度TOを推定するようにしてもよい。

【0071】クランク軸回転角センサ27からのパルス信号は、クランク軸回転720度毎に発生するクランク軸の基準位置を示すN1信号と、クランク軸一定回転角毎に発生するNE信号とからなり、カム回転角センサ45からは、カムシャフト回転360度毎にカムシャフトが基準位置に到達したことを示すCN1パルス信号が発生する。ECU30は一定時間毎にNE信号のパルス間隔から機関回転数NEを計算するとともに、この機関回転数NEを用いてN1信号とCN1信号との時間間隔からカムシャフト11の実際の回転位相（吸気弁のバルブタイミング）を演算する。この演算結果はRAM33に格納される。また、吸入空気量Gと潤滑油温度TOとは、一定時間毎にAD変換され同様にRAM33に格納される。

【0072】一方ECU30の出力ポート36は、駆動回路25aを介してOCV25のアクチュエータ25bに接続され、制御信号をアクチュエータ25bに供給している。また、後述するオイルスイッチングバルブが設けられる場合には、ECU30の出力ポートは、駆動回路240aを介してオイルスイッチングバルブ（以下OSVと呼ぶ）240のアクチュエータに接続される。OSV240は、後述する第10の実施形態等で用いられ、中間位置ロックピンへの作動油の供給を制御するものである。OSV240については後述する。

【0073】なお、本実施形態では、ECU30は、上記により算出された吸入空気量Gと機関回転数NEとから機関1回転当たりの吸入空気量G/NEを算出し、このG/NEと機関回転数NEとを機関負荷を代表するパラメータとして用いて吸気バルブタイミングを設定する。すなわち、ECU30は予め設定された最適吸気バルブタイミングをG/NEとNEとを用いた数値マップの形でROM32に格納してあり、この数値マップに基づいて、算出したG/NEとNEとを用いて最適バルブタイミングを設定する。そして、実際のバルブタイミングが設定バルブタイミングになるようにOCV25に供給する制御信号のデューティー比をフィードバック制御する。このバルブタイミング制御操作は、本発明とは直接関係しないため、ここでは詳細な説明は省略する。

【0074】次に、本実施形態のロックピン（例えば、図2に200で例示したもの等）の機能について説明する。上述したように、本実施形態の可変バルブタイミング機構10では、吸気弁のバルブタイミングは進角油圧室121と遅角油圧室123とに供給する油圧を調節することにより制御される。このため、例えば機関始動時等で潤滑油ポンプから充分な量の作動油が供給されない

37

状態では、油圧室121、123内には充分な圧力の作動油が存在しないため、ペーン体110を所望の位置に保持することはできない。また、機関停止中に進角油圧室121から作動油が抜けてしまっているような場合には、機関始動時にハウジング100が回転すると、ペーン体111は進角油圧室側の仕切壁103に当接し、進角油圧室121内に充分な圧力の作動油が供給されるまでこの状態で回転することになる。このとき、吸気バルブタイミングは最も遅角した状態になる。この時のハウジング100に対するペーン体110の位置を本明細書では最遅角位置と呼ぶ。

【0075】このように、最遅角位置でペーン111と仕切壁103とが当接した状態で機関が運転されると、ペーン体110は吸気弁開閉に伴ってカムシャフト11に作用する反力トルクによって、仕切壁103と衝突、離反を繰り返すようになり機関始動時に打音を生じるのみならず、機関始動中に吸気バルブタイミングが変動するため機関始動性が悪化する場合が生じる。

【0076】前述の特開平9-6007号公報の装置では上記打音の発生や始動中のバルブタイミングの変動を防止するために、機関始動時等の油圧が低い間ハウジング100とペーン体110との相対位置を最遅角位置に固定する最遅角位置ロックピンを設けていた。しかし、最遅角バルブタイミングは機関の通常運転時のバルブタイミング領域からは外れた位置にあるため必ずしも最適な機関始動性を得ることはできない。また、機関始動後も油圧や油温が充分に上昇するまで機関が回転数や負荷に対して最適な状態から外れたバルブタイミングで運転されることになるため、機関性能の低下が生じる。以下に説明する各実施形態では、機関始動時にバルブタイミングを最遅角位置に固定するのではなく、機関の最進角バルブタイミングと最遅角バルブタイミングとの中間の位置に固定することにより、打音の発生と機関始動性や始動後の性能の低下を防止している。中間バルブタイミングは、機関の常用バルブタイミングの範囲内であるため機関の全運転領域で比較的最適バルブタイミングからの差が小さい。このため、機関始動時及び始動後の油圧と油温とが上昇するまでの間バルブタイミングを中間バルブタイミングに固定することにより、最遅角バルブタイミングに固定した場合に較べて機関性能の低下が大幅に縮小される。

【0077】図4は、機関始動時にバルブタイミングを中間バルブタイミングに固定するために使用する中間位置ロックピンの基本構造を説明する図である。図4は、煩雑化を避けるため、図2のハウジング100とペーン体110とを模式化して示している。図4に示すように、本実施形態では、ペーン体110のペーン111の1つには、中間位置ロックピン230が設けられている。図4はペーン体110が最遅角位置（ペーン体110のペーン111がハウジング110の進角油圧室121

10

20

30

40

50

38

1側の仕切壁に当接する位置）から所定の角度だけ回動した中間位置にある状態を示す。図4の中間位置は、吸気バルブタイミングが最も進角するペーン体位置（最進角位置、すなわちペーン体110のペーン111が遅角油圧室123側の仕切壁に当接する位置）と最遅角位置との中間の位置であり、機関1の全運転領域で比較的性能低下が少ない吸気バルブタイミングが得られる位置とされる。図4の中間位置は、例えば可変バルブタイミング機構を持たない通常の固定バルブタイミング機関の吸気バルブタイミング設定に相当する位置とされている。本実施形態では、ハウジング100内側面には、ペーン体110が図4の中間位置にあるときに、中間位置ロックピン230と整合する位置に中間位置ロック孔231が設けられている。

【0078】図5(A) (B) は中間位置ロックピン230の動作状態を説明する図であり、図5(A) はペーン体110が図4(A) に示す中間位置から外れた位置にあり中間位置ロックピン230が中間位置ロック孔231と係合していない状態示している。また、図5(B) はペーン体110が中間位置にあり中間位置ロックピン230が中間位置ロック孔231と係合した状態を示している。

【0079】図5(A) (B) に示すように、中間位置ロックピン230は大径ピストン部230aと、小径ピストン部230bとを有しており、ペーン111内にはロックピン230を収容するガイド孔239が設けられている。また、ガイド孔239は大径ピストン部230aと接する大径部239aと小径ピストン部230bと接する小径部239bとからなっている。中間位置ロック孔231は小径ピストン部230bを収容するのに充分な径を有している。

【0080】更に、ペーン111内にはロックピンリフト油圧通路233と235とが設けられている。油圧通路233と235とは、それぞれ進角油圧室121と遅角油圧室123とをガイド孔大径部239aの大径ピストン部230a下側部分に連通し油圧室121、123内の油圧をロックピン230の大径ピストン部230a下部に導入する。中間位置ロックピン230は大径ピストン部230a上部に配置された圧縮スプリング237により常時下方に向けて押圧付勢されている。

【0081】中間位置ロックピン230を用いる場合、機関停止時または機関始動時に中間位置ロックピン230と中間位置ロック孔231とを係合し、ペーン体110を中間位置にロックした状態で機関を始動する。図5(A) は、機関通常運転時（油圧室121、123に充分に大きな油圧があり、油温が充分に高い状態）の中間位置ロックピン230の状態を示す。この状態では、進角油圧室121と遅角油圧室123との両方から油圧通路233と235とを介してガイド孔大径部239aのピストン大径部230a下側に作動油が供給される。これにより、ロックピン230は上方に押圧されスプリング

39

237の付勢力に抗して上昇する。このため、機関運転中のバルブタイミング変更操作中に中間位置ロック孔231と中間位置ロック孔231との位置が整合した状態でもロックピン230はロック孔231とは係合せず、ベーン体110は任意の位置に回動することができる。

【0082】この状態で、例えば機関停止時にベーン体110が中間位置に移動しロックピン230とロック孔231とが整合する位置で油圧室121、123内の油圧が低下すると、ロックピン230を上方に押す油圧の力がスプリング237の押圧力より小さくなる。このため、ロックピン230はスプリング237に押動されてロック孔231内に嵌入し、ベーン体110は中間位置にロックされる。これにより、次回の機関始動時には油圧室内の油圧と油温とが充分に高くなるまでバルブタイミングは中間バルブタイミングに固定され、打音の発生や機関始動性の悪化、始動後の機関性能の低下が防止される。

【0083】この状態で、油圧室121、123内の油圧が上昇すると中間位置ロックピン230は図5(A)に示した位置に移動し、ベーン体110のロックが解除されるため機関のバルブタイミングを中間バルブタイミング以外の運転状態に応じた最適バルブタイミングに調整することが可能となる。油圧通路121、123から供給される作動油は、ピストン大径部230a外周とガイド孔大径部239a内周との間を通過ガイド孔239のピストン大径部230a上側に流入し、ハウジング100のカバープレート102との隙間に設けられた溢流通路(図示せず)から外部に排出される。油圧通路121、123及び上記溢流通路の流路断面積は比較的小さいため、図5(B)の係止状態で油圧室内の油圧が上昇しても油温が低い間は作動油の粘性のため油圧通路121、123や溢流通路を通る作動油流量は小さく、大径ピストン部230aの上側と下側の圧力差は充分に大きくならない。このため、機関始動後中間位置ロックピン230は油圧と油温との両方が充分に上昇するまで図5(B)の係止状態に保持される。

【0084】上記のように、中間位置ロックピン230は機関停止時に確実にロック状態にして次回の機関始動に備える必要がある。また、中間位置は通常のバルブタイミング調節範囲内にあるため、機関運転中ベーン体が中間位置を通過することがあるが、このときに中間位置ロックピン230が誤作動してロック孔231と係合すると機関バルブタイミングの調節ができなくなる問題が生じる。さらに、機関始動時の油圧変動等により中間位置ロックピン230が誤作動してロックが解除されると、カム駆動反力によりベーン体は最遅角位置に移動してしまい仕切壁103と衝突し打音を発生する。また、この状態ではバルブタイミングが一定しなくなり、機関始動性や始動後の性能低下が大きくなる問題が生じる。

【0085】すなわち、中間位置ロックピンを使用する

40

場合には、以下の3つの点が要求される。

I. ロック位置及びロック解除位置において誤作動を確実に防止可能であること。

II. 機関始動時に中間位置ロックピンが確実にロック位置になっていること。

【0086】III. 誤作動によりロックまたはロック解除された場合にできるだけ機関性能に影響を及ぼさないこと。

以下にそれぞれの実施形態を参照して上記の要求を満たす事を可能とする手段について説明する。

【0087】I. ロック位置、ロック解除位置における誤作動の防止。

以下に説明する第1から第7の実施形態では、ロック位置及びロック解除位置において中間位置ロックピンの誤作動を確実に防止する手段について説明する。

【0088】(1) 第1の実施形態

図6は本発明の第1の実施形態を示す図5と同様な断面図である。本実施形態では、図6に示すようにベーン体110内の油圧通路233、235から分岐する分岐通路233a、235aがそれぞれ設けられている。分岐通路233a、235aはそれぞれベーン体110のハウジング110と摺接する端面に開口している。また、本実施形態では、ハウジング110内には、別の油圧通路237、239が穿設されている。油圧通路237と239の一端はそれぞれロック孔231底部に開口し、他端はハウジングとベーン体との摺動面に開口している。

【0089】本実施形態では、分岐通路通路233a、235aのハウジング側開口とロック孔に連通する油圧通路237、239のベーン体摺動面側開口とは、ベーン体が中間位置にあるときに互いに整合するようになっている。すなわち、ベーン体110が中間位置にあり、中間位置ロックピン230とロック孔231とが互いに整合したときに油圧通路237と分岐通路233a、及び油圧通路239と分岐通路235aとの開口がそれぞれ整合する。これにより、ベーン体110が中間位置にあるときには、油圧通路233、235のロックピンリフト油圧が分岐通路233a、235a及び油圧通路237、239を介してロック孔231内に作用するようになる。

【0090】前述したように、中間位置は通常のバルブタイミング調節範囲内にあるため、機関運転中にバルブタイミングを変更する際にベーン体110は中間位置を通過する場合があり、このときに、例えば油圧の変動や機械的振動などにより中間位置ロックピン230が誤作動してロック孔231と係合するとバルブタイミングの調節ができなくなる問題が生じる。

【0091】前述のように、油圧と油温が充分に上昇した後は油圧通路233、235からロックピン230の大径部230a下部にロックピンリフト油圧が供給され

41

ロックピン230はロック解除位置に保持されている。本実施形態では、更にベーン体110が中間位置になりロックピン230とロック孔231が整合してロック可能になったときには、分岐通路233a、235aと油圧供給通路237、239とがそれぞれ整合しロック孔231内にも油圧が供給されるようになる。このため、中間位置ロックピン230にはピストン大径部230aに作用する通常のロックピンリフト油圧に加えて、ピストン小径部230b下面にもロック孔231内に供給されたロックピンリフト油圧が作用するようになるため、多少の油圧変動が生じたり、機械的振動が加わったような場合でもロックピン230はロック解除位置に確実に保持されるようになる。これにより、誤作動による通常運転中の中間位置でのベーン体110のロックが確実に防止される。

【0092】なお、油圧室121、123内の油圧が低下した状態では中間位置で分岐通路233a、235aと油圧通路237、239が連通してもロック孔231内にはリフト油圧は供給されない。このため、機関停止時や機関始動後の油圧が低い状態では中間位置ロックピン230はロック孔231内に係合した状態で保持される。また、図6の実施形態ではロックピンリフト油圧を両側の油圧室から供給しているが、油圧室とは独立した油圧通路を介してOCV25（またはOSV240等の別の油圧制御弁）から直接ピストン大径部230a下部にロックピンリフト油圧を供給するようにしてもよい。この場合にも図6と同様に同様にベーン体110が中間位置にあるときに上記油圧通路と連通して油圧通路内のロックピンリフト油圧をロック孔231に導く油圧通路を設ければ図6と同様な誤係止防止効果を得ることができる。

【0093】(2) 第2の実施形態

図5のように進角油圧室121と遅角油圧室123とに常時連通するロックピンリフト油圧通路を有する場合には、油圧室121、123に作用する油圧が変動すると中間位置ロックピン230が誤作動する可能性がある。特に、機関始動時には潤滑油ポンプ28が停止状態から起動するため起動時に一時的にポンプ吐出圧力が急上昇する場合がある。一方、機関始動時には中間位置ロックピン230は図5(B)のロック位置にあるためポンプの起動により一時的に油圧室121または123の油圧が急上昇するとロックピンリフト油圧の一時的上昇によりロックが解除されてしまう場合がある。一旦中間位置ロックピン230のロックが解除されると、油圧が再度低下したときにベーン体はカム反力により遅角方向に移動してしまいロックピン230とロック孔231との位置がずれるためロックピン230はベーン体110を中間位置にロックできなくなる問題がある。

【0094】本実施形態では、機関始動時には進角油圧室121と遅角油圧室123との両方への作動油の供給

42

を遮断する手段を設けることにより、機関始動時の油圧の変動が油圧室に伝達されることを防止することにより上記問題を解決している。通常、OCV25のスプールの一端にはソレノイドアクチュエータ25の吸引力に向する方向にスプールを付勢するスプリングが設けられている。このため、ソレノイドアクチュエータ25bの吸引力が0（すなわち制御パルス信号のデューティー比が0パーセント）になると、スプール26はスプリングに押圧されてストローク終点まで移動する。前述したように、この位置は遅角油圧室に連通するポート26bが開放され、遅角油圧室と潤滑油ポンプ28が連通する位置とされている。一方、機関始動時（クランキング開始時）には制御パルス信号のデューティー比は0パーセントとなるため、機関始動時には遅角油圧室123は潤滑油ポンプ28に連通した状態で機関が始動されることになる。このため、潤滑油ポンプ28の吐出圧の変動が直接遅角油圧室123に伝わり、ロックピンリフト油圧通路235を通じてロックピン230を誤作動させてしまう可能性がある。

【0095】本実施形態では、例えばOCV25のデューティー比0パーセントの状態で両方の油圧室に連通するポート26a、26bが閉鎖されるようにスプール26とポートとの位置関係を設定する。すなわち、ソレノイドアクチュエータ25bが無通電状態となり、スプールがスプリングに押されてストローク端まで移動した状態では両方の油圧室に連通するポート26a、26bが閉鎖される。この場合、ソレノイド通電時には例えばデューティー比が α パーセントになったときに、遅角油圧室に通じるポート26aが開放されるように設定すればよい。すなわち、従来0パーセントから100パーセントの間のデューティー比でOCV25を制御していたのに対して、この場合には α パーセントから100パーセントの間のデューティー比でバルブタイミングを制御することになる。このように、機関始動時に両方の油圧室が潤滑油ポンプから遮断されるようにすることにより、機関始動時の中間位置ロックピンの誤作動が防止される。

【0096】なお、上記の例ではOCV25の構造を変更することにより、機関始動時に両方の油圧室への作動油供給を遮断していたが、OCV25の構造は従来通りとして、その代わりに例えば潤滑油ポンプ28からOCV25への作動油供給通路に遮断弁を設け、機関始動時には遮断弁を閉鎖するようにすることによっても機関始動時に両方の油圧室への作動油供給を遮断するようにすることも可能である。

【0097】(3) 第3の実施形態

次に、誤作動による中間位置ロック解除が生じることを防止する第2の実施形態とは別の実施形態について説明する。本実施形態では、ベーン体110に設けられた中間位置ロックピン230のガイド孔239から作動油を

43

排出する溢流通路の構成と配置により中間位置ロックピンの誤作動によるロック解除を防止している。

【0098】図7は本実施形態の溢流通路の構成を説明する図である。図7は、ベーン体の中間位置ロックピン230のガイド孔239上部の拡大断面図を示しており、図1から図5と同一の参照符号は同一の要素を示している。図7において、ベーン体110のカバープレート102と接する面110aには、中間位置ロックピン230のピストン大径部230a上部でガイド孔239に連通しベーン体110半径方向に延びる溢流溝(ベーン体溢流溝)110bが形成されている。また、カバープレート102のベーン体と接する側の面には、同様な溢流溝(カバープレート溢流溝)102bが設けられている。カバープレート溢流溝102bはカバープレート中心側で低圧のドレン(図示せず)に開放されている。このため、ベーン体溢流溝110bとカバープレート溢流溝102bとが重なる位置では、ベーン体のガイド孔239は溢流溝110bと102bとを介してドレンに連通している。中間位置ロックピン230がロック位置(図5(B))からロック解除位置(図5(A))に移動する際、ピストン大径部230a上部のガイド孔239内の作動油は中間位置ロックピンのロック解除動作に伴って外部に排除される必要がある。溢流溝110bと102bとは協働してこのロック解除に伴う作動油を外部に排除する溢流通路として機能し、中間位置ロックピン230のロック解除動作を円滑に行わせる。

【0099】図8(A)は、カバープレート側溢流溝102bの形状を示す図7のVIII-VIII線に沿った断面図である。本実施形態では、カバープレートには2つの溢流溝102bが形成されており、それぞれの溢流溝はカバープレートと同心の円弧状部分1021bと半径方向に延びてドレンに開放された直線部分1022bとから構成されている。また、2つの溢流溝102bの先端はベーン体の中間位置を挟んで間隔を開けて対向しており、ベーン体110が中間位置にあるときには、ベーン体の溢流溝110bは、一方のカバープレート溢流溝102b(図8(A)では左側の溢流溝102b)と僅かにオーバラップするようになっている。

【0100】図8(B)はベーン体110が中間位置にある時のカバープレート溢流溝102bとベーン体溢流溝110bとのオーバラップ部分の拡大図である。図8(B)に示すように、カバープレート溢流溝102bのうち、ベーン体溢流溝110bとオーバラップする側(図8で左側)の先端部は尖鋭形状に形成されており、ベーン体が中間位置にある時にはオーバラップ面積は極めて小さくなるようにされている。また、オーバラップしていないカバープレート側溢流溝102b(図8(B)右側の溢流溝)先端は円弧形状とされ、この状態ではベーン体110が僅かに移動しただけでベーン体の溢流溝110bとオーバラップするようになっている。すなわち、

44

ロックが解除されベーン体110が進角側または遡角側のいずれかの方向に僅かに移動しても溢流溝110bと102bのオーバラップ部面積は増大するようにされている。

【0101】上記のように、溢流溝102b、110bを構成した結果、ベーン体110が中間位置にあり中間位置ロックピン230がロックされた状態では、溢流溝相互のオーバラップ部の面積は最小になり、ガイド孔239からドレンに排出される際の作動油の流路抵抗は最大になる。一方、中間位置ロックピン230をロック状態に維持する必要があるのは油温が低く作動油の粘度が高い状態である。このため、中間位置ロックピンのロック時にはガイド孔239から溢流溝のオーバラップ部分を通じて外部ドレンに排出される作動油の流動抵抗は極めて大きくなる。このため、油温が低い状態では中間位置ロックピン230をロック位置からロック解除位置に向けて移動させるためには大きな力が必要となり、ロックピンリフト油圧が多少変動しても中間位置ロックピン230はロック位置に保持されるようになる。これにより、機関始動時に油圧の変動により中間位置ロックピンが誤作動して中間位置ロックが解除されることが防止される。なお、油温が充分に上昇すると作動油の粘性は低下するため、溢流溝オーバラップ部を通じての作動油の流動抵抗は小さくなるため、中間位置ロックピンのロック解除に要する力は小さくなる。このため、油温上昇後はロックピンリフト油圧が上昇すると確実に中間位置ロックピンのロックが解除される。

【0102】(4) 第4の実施形態

次に、中間位置ロックピン230の図5で説明したものとは別の構成の実施形態について説明する。図9は、本実施形態の中間位置ロックピンの構成の概略を模式的に説明する図である。前述の各実施形態では、中間位置ロックピン230はベーン体110内のガイド孔231内にベーン体の軸線方向に沿って配置され、ロックピンリフト油圧とスプリングとの作用によりロックと解除とを行っていた。これに対して、本実施形態では、中間位置ロックピン230はハウジング100の仕切壁103内にベーン体半径方向に形成されたガイド孔239内に保持され、スプリング237とハウジング100の回転による遠心力によりベーン体110のロックと解除とを行う点が相違している。

【0103】本実施形態では、機関の通常運転時(機関回転数が高い時)には中間位置ロックピン230は遠心力によりスプリング237の付勢力に抗してガイド孔239内に収納され、ベーン体110はハウジング100に対して自由に回動可能となっている。これに対して、機関停止時にベーン体110が中間位置に保持されると、停止時の機関回転低下に伴って、中間位置ロックピン230に作用する遠心力も低下するため、中間位置ロックピン230はスプリング237に押動されてハウジ

45

ング100のガイド孔239から突出し、ベーン体110の中間位置に対応する部分に設けられた中間位置ロック孔231に嵌入する。このため、機関停止時、及び次の機関始動時にはベーン体110は中間位置にロックされるようになる。

【0104】一方、機関始動時には機関回転が低く潤滑油ポンプの油圧が低い間は中間位置ロックピン230に作用する遠心力は小さいため、中間位置ロックピン230とロック孔231との係合が維持される。このため、機関始動時にはバルブタイミングは中間バルブタイミングに固定される。この状態から機関回転数が上昇して中間位置ロックピン230に作用する遠心力がスプリング237の付勢力を越えると中間位置ロックピン230はロック孔231から離脱して、ハウジング100のガイド孔239内に収納される。これにより、ベーン体110の中間位置ロックが解除される。また、この状態では機関回転数が上昇しているため作動油の油圧は充分に高くなっているためバルブタイミング制御は円滑に行われる。

【0105】ところが、上記のように遠心力を用いて中間位置ロックピン230のロック解除を行う場合、ハウジング100の軸線を水平に配置する構成では重力の影響により中間位置ロックピンが誤作動する場合がある。すなわち、中間位置ロックピン230がハウジング110とともに回転すると、回転中に中間位置ロックピン230がハウジング軸線の下側にくると中間位置ロックピン23にはロックを解除する方向に重力が作用し、ハウジング軸線の上側ではロックを維持する方向に重力が作用するようになる。このため、スプリングの押圧力の設定によっては、回転中に中間位置ロックピン230がハウジング100最下部付近にきたときに充分に機関回転数が上昇していないのに中間位置ロックピン230のロックが解除されてしまう場合がある。

【0106】本実施形態では、上記の中間位置ロックピンの誤作動を防止するために、中間位置ロックピン230を複数個（図9の例では2つ）使用し、ハウジング中心に対して半径方向に対称となる位置に配置するようしている。これにより、一方の中間位置ロックピンがハウジング軸線の下側位置にきたときには必ず他方の中間位置ロックピンはハウジング軸線の上側に位置するようになる。これにより、一方の中間位置ロックピンが軸線下側位置で重力の作用により誤作動し、ロックが解除された場合でもベーン体110は他方の中間位置ロックピンにより中間位置に確実に保持される。このため、ハウジング軸線を水平に配置した場合にも、重力の影響のために中間位置ロックピンが誤作動してベーン体110のロックが解除されることが防止される。

【0107】(5) 第5の実施形態

次に、本発明の第5の実施形態について説明する。図10は、本実施形態の中間位置ロックピンの構成を説明す

46

る図5と同様な図である。本実施形態では、中間位置ロックピン230は図5と同様の構成とされ、進角油圧室121に連通するロックピンリフト油圧通路233と遅角油圧室123に連通するロックピンリフト油圧油圧通路235とを備えている。但し、図5では、油圧通路233と235とはガイド孔239の大径部239aの底面から同じ高さの位置に開口していたのに対して、本実施形態では、ロックピンリフト油圧通路233と235との一方（図10では油圧通路235）の開口位置高さが図5の場合と異なっている。すなわち、図10(B)に示すように本実施形態では、遅角油圧室123に連通するロックピンリフト油圧通路235のガイド孔239壁面開口部は、中間位置ロックピン230が下降した状態、すなわちロック孔231に嵌入した状態ではピストン大径部230aにより閉鎖される位置に設けられている。

【0108】前述したように、機関始動時には通常OCV25は遅角油圧室123を潤滑油ポンプ28に接続する位置にされる。このため、遅角油圧室123には潤滑油ポンプ28の吐出圧力の変動が直接伝達される。このため、吐出圧力の変動により一時的に短時間遅角油圧室123内の圧力が上昇すると、遅角室に連通したロックピンリフト油圧通路235の圧力も上昇し、ロックピン230のロックを解除する場合がある。本実施形態では、図10(B)に示すように、ロックピン230がロック位置にある場合には、ピストン大径部230aにより遅角油圧室123側のロックピンリフト油圧通路235の開口が閉鎖されるため、遅角油圧室123内の圧力変動によりロックピン230が誤作動して中間位置ロックが解除されることが防止される。

【0109】遅角油圧室側のロックピンリフト油圧通路235が中間位置ロックピン230ロック位置で遮断されたようにした結果、油圧と油温とが上昇した時のロック解除は進角油圧室側のロックピンリフト油圧233を通じて供給されるロックピンリフト油圧のみにより行われる。しかし、図10(A)に示すように、一旦中間位置ロックピン230のロックが解除されると、ピストン大径部230aは油圧通路235を開放する位置に移動するため、ロック解除後は両方の油圧通路233、235からロックピンリフト油圧が供給されるようになる。このため、ロック解除後はピストン大径部230a下部に作動油が充分に供給されるようになり、誤作動により中間位置ロックピン230がロック位置に移動することが防止されるようになる。すなわち、本実施形態によれば、簡易な構成でロックピン230の誤作動を確実に防止することが可能となる。なお、本実施形態では中間位置ロックピン230がロック位置にあるときに遅角油圧室123に連通するロックピンリフト油圧通路235を遮断するようにしているが、機関始動時に進角油圧室121が潤滑油ポンプ28に連通する構成では、中間位置

47

ロックピン230がロック位置にあるときに進角油圧室121に連通するロックピンリフト油圧通路233が遮断されるようにすることは言うまでもない。

【0110】(6) 第6の実施形態

次に、本発明の第6の実施形態について説明する。本実施形態においても、図5と同様な形式の中間位置ロックピン230が使用されているが、中間位置ロックピン230をロック位置に向けて押圧付勢するスプリング237に非線形バネ特性を付与している点が前述の各実施形態と相違している。

【0111】中間位置ロックピンはロック位置にある場合には、油圧の変動により多少ロックピンリフト油圧が上昇してもロック状態を維持する必要があり、逆にロック解除位置にあるときには、ロックピンリフト油圧が多少低下してもロック解除状態を維持する必要がある。ところが、図5に示した形式の中間位置ロックピン230では、ロックピン230がロック位置にある時には押圧スプリング237は最も伸張した状態になるためスプリングによる押圧力は最も小さくなる。このことは、ロックピン230がロック位置にある時には比較的小さなロックピンリフト油圧の上昇でロックピン230がロック解除位置に向けて移動を開始してしまい、油圧の変動でロックピンが誤作動してロック解除されやすいことを意味している。

【0112】一方、ロックピン230がロック解除位置にある場合にはスプリング237は最も圧縮された状態になるため、逆にスプリングの押圧力は最も大きくなる。このことは、ロックピン230がロック解除位置にある場合には、僅かにロックピンリフト油圧が低下してもロックピン230がロック位置に向けて移動を開始するため、油圧の変動によりロックピンが誤作動してロックしやすくなることを意味している。特に、油圧の変動に機械的振動が加わった場合にはロック位置、ロック解除位置のいずれにおいても中間位置ロックピン230の誤作動が生じやすくなる。

【0113】本実施形態では、スプリング237に図11で示すような非線形バネ特性を付与することにより、ロック位置、ロック解除位置のいずれにおいても誤作動が生じることを防止している。図11において、縦軸はスプリング押圧力を、横軸はバネの変位を表している。変位はスプリングの自由長さからの圧縮量で表しており、ロック位置、及びロック解除位置におけるスプリング変位量及びスプリングの押圧力はそれぞれ図示したようになる。図11において、点線は従来の線形バネ特性を表しており、スプリングの押圧力はスプリング変位量に比例して変化する。これに対して、本実施形態のスプリング237は、スプリング変位量が小さい間は略線形に増大するが、スプリング変位量がある量aを越えると逆にスプリング押圧力が低下し、更にスプリング変位量がbを越えると再度変位とともに増大する非線形特性を

48

有している。本実施形態では、中間位置ロックピンのロック位置はスプリング変位量がaより小さい値になるように、またロック解除位置はスプリング変位量がb近傍の値になるように設定されている。

【0114】図11に示したような非線形バネ特性は、例えば皿バネを使用し、皿バネの板圧や長さを周知の方法で調節することにより任意に設定できる。また、皿バネと通常のコイルバネとを組み合わせることによっても任意の非線形バネ特性を得ることができる。図11のような非線形バネ特性を設定した結果、中間位置ロックピン230をロック位置に向けて付勢するスプリング押圧力はロック位置では大きく、ロック解除位置では小さくなる。これにより、ロックピン230がロック位置にある時には、ロックを解除するために最低でもa点を越える変位を与える力(図11にPAで示す力)が必要となる。また、ロックピン230がロック解除位置にある場合には、ロックピン230に作用するロックピンリフト油圧の押圧力を図11にPBで示した値以下に低下させる必要がある。このような非線形バネ特性を設定した結果、本実施形態でロック位置、ロック解除位置のいずれにおいてもロックピンリフト油圧が多少変動しても誤作動が生じにくくなっている。

【0115】これに対して、点線で示した従来の線形バネ特性を採用した場合には、例えば本実施形態と同じスプリング押圧力をロック位置で得ようとすると、ロック解除位置におけるスプリング押圧力は図11にPB'で示す値になり極めて大きくなる。このため、ロック解除位置において油圧が少し低下しただけでもロックピンはロック位置に向けてスプリング237により押動されて移動を開始してしまうようになる。また、これを防止するためにロック解除位置におけるスプリング押圧力PB'が小さくなるようにすると、線形バネ特性ではロック位置におけるスプリング押圧力はPAより小さくなってしまい、僅かなロックピンリフト油圧の上昇でロック解除位置に移動するようになってしまう。このため、従来の線形バネ特性のスプリングを用いた場合には、本実施形態のようにロック位置とロック解除位置の両方において誤作動を防止することはできない。

【0116】(7) 第7の実施形態
図12は、本発明の第7の実施形態を示す図である。上述の第6の実施形態ではスプリング237に非線形バネ特性を付与することによりロック位置とロック解除位置両方での中間位置ロックピン230の誤作動を防止していたのに対して、本実施形態では機械的保持手段を設けることによりロック位置とロック解除位置との両方での誤作動を防止する点が相違している。

【0117】図12に示すように、本実施形態では中間位置ロックピン230の側面には半円径断面の溝331と333が全周にわたって設けられている。また、中間位置ロックピンのガイド孔大径部239aの内壁にはス

プリング337により中間位置ロックピン側面に押圧されるボール339が設けられている。溝331は図12に示すように、中間位置ロックピン230がロック位置にあるときにボール339位置と整合し、溝333は中間位置ロックピン230がロック解除位置にあるときにボール339位置と整合するように配置されている。このため、中間位置ロックピン230がロック位置にあるときには溝331にボール339が係合し、中間位置ロックピン230をロック位置に確実に保持するようになる。また、中間位置ロックピン230がロック解除位置にある時には、同様に溝333にボール339が係合し中間位置ロックピン230をロック解除位置に確実に保持するようになる。このため、ロック位置、ロック解除位置のいずれにおいて油圧が多少変動してもロックピン230が誤作動することが防止される。

【0118】なお、本実施形態ではそれぞれの保持位置にロックピンを保持可能な許容最大圧力変動はスプリング337の押圧力を変えることにより任意に設定することができる。

【0119】II. 機関始動時の中間位置ロック確保
以下の第8から第14の実施形態では、機関停止時にベーン体を中間位置に移動させ機関始動時にベーン体が確実に中間位置にロックされていることを保証する手段について説明する。

【0120】(8) 第8の実施形態

通常、機関停止時にベーン体を中間位置にロックする場合には機関停止操作が開始（イグニッションキーオフ）されてから、機関が惰性で回転している間にベーン体を中間位置に移動させる必要がある。ところが、図3で説明したように作動油は機関駆動の潤滑油ポンプから供給されるため、油圧室に供給される油圧は機関停止操作開始後、機関回転とともに急激に低下する。このため、機関停止までの時間が短いと機関停止時にベーン体が中間位置に到達する前に油圧が失われる場合が生じる。そこで、本実施形態では、機関停止操作開始後機関が惰性で回転する時間が長くなるようにして、ベーン体が中間位置に到達するまで油圧が失われないようにしている。

【0121】機関の惰性回転時間は、機関回転低下時の機関抵抗負荷が小さい程長くなる。機関回転時の抵抗には、機関各部での摩擦損失が大きな部分を占めている。特に、カムシャフトのカム面とバルブタペットとの摺動部では低回転になると潤滑油膜が切れて固体接触が生じ機関回転の低下とともに摩擦抵抗が急激に増大する。また、カム摺動部の摩擦抵抗はカムシャフトを介してベーン体を最遅角位置に向けて押圧する力として作用するため、機関停止時にベーン体を中間位置に到達させるために進角方向に移動させるような場合には移動に要求される油圧が増大する問題がある。

【0122】本実施形態では、機関停止時のカムシャフトのカム摺動面の摩擦を低減することにより、停止後の

機関惰性回転時間を長くするとともに、カムシャフトからベーン体に加わる力を低減して機関停止時のベーン体の中間位置への移動を容易にしている。本実施形態では、カムシャフトの摺動面の摩擦を低減するために、カム摺動面（カムプロフィール面）とバルブタペットのいずれか一方または両方に固体潤滑層を形成する。固体潤滑層を形成する材料としては、耐油性、耐熱性が高く金属との親和性が良好なものであればいずれの固体潤滑材も使用することができ、例えばDLC（ダイヤモンドラスクカーボン）、TiN（チタンナイトライド）、モリブデン化合物、PTFE（ポリテトラフルオロエチレン）化合物等を使用することができる。このように、カム摺動面に固体潤滑層を形成することにより、機関停止時にベーン体を確実に中間位置まで移動させることが可能となる。

【0123】(9) 第9の実施形態

本実施形態では、機関停止時に油圧の低下を補ってベーン体を中間位置へ移動させる補助的手段を用いることにより、確実に機関停止時にベーン体を中間位置にロックする。図12は、補助的手段として磁石を用いた場合を示す図である。図12に示すように、本実施形態ではベーン体110の各ベーン111先端には永久磁石1113が埋め込まれている。また、ハウジング100内周には、ベーン体110が中間位置になったときに上記磁石1113と整合する位置に別の永久磁石1003が埋め込まれている。磁石1113と1003とは極性が逆になるように配置されている。これにより、ベーン体110は磁石1113と1003とにより中間位置に向けて吸引されるため、油圧の低下を補って確実にベーン体を中間位置に移動させることができる。

【0124】図13(A)～(C)は本実施形態における磁石配置例を示している。図13(A)はベーン111先端とハウジング100内周との両方に永久磁石1113と1003とを極性が逆になるように配置した場合を示す。これに対して、図13(B)と(C)とは、ベーン111には磁石を配置せず、ハウジング100内周のみに永久磁石1003を配置した場合を示している。この場合、ベーン体110の中間位置への位置決め精度を高めるため、磁石1003は円周方向に異なる極性の区画部分を有しており、区画部分の極性が中間位置に対して対称になるように配置されている。また、この場合には磁石の円周方向幅がベーン111先端の幅と等しいか、やや大きくなるようにするとベーン体の位置決め精度が向上する。

【0125】また、これらの補助的手段としての磁石は機関停止までの間の機関回転数が低い場合にのみベーン111を吸引し、通常運転時（機関回転数が高い場合）にはベーン体110の回動動作を妨げないようにするところが好ましい。このため、ハウジング側の永久磁石1003の裏側をスプリングで支持するようにして、機関回

51

転数（ハウジング回転数）が上昇した場合には遠心力により磁石1003が半径方向に移動してベーン先端との距離が大きくなるようにしても良い。

【0126】(10) 第10の実施形態

本実施形態では、機関停止時の油圧低下を補ってベーン体を中間位置に移動させるために、機関停止時に潤滑油ポンプ以外の作動油供給源を設置している。潤滑油ポンプ以外の作動油供給源としては、例えば油圧アキュムレータ等の蓄圧装置を使用することができる。

【0127】図14はアキュムレータを使用した場合の構成例を示す。図14において、アキュムレータ1401は潤滑油ポンプ28からOCV25への作動油供給通路に接続され、機関運転中にポンプ28から吐出される圧力油をアキュムレータ1401内に蓄え、機関回転数が低下して潤滑油ポンプ28の吐出圧が低下すると蓄えた圧力油をOCV25に供給する。アキュムレータ1401としては、通常のガス加圧プラダータイプのものを使用することができる。本実施形態では、アキュムレータ1401と潤滑油ポンプ28とを接続する作動油通路にはオイルスイッチングバルブ(OSV)240が設けられている。OSV240は、一種の電磁駆動遮断弁でありECU30からの制御信号に応じて中間位置ロックピン230に供給するロックピンリフト油圧をオン・オフするものである。

【0128】すなわち、本実施形態では油圧室121、123と中間位置ロックピンガイド孔大径部239aとを接続するロックピンリフト油圧通路233、235は設けられておらず、ロックピンリフト油圧はOSV240から直接ガイド孔大径部239aに供給される。機関通常運転時、OSV240は閉弁保持され、潤滑油ポンプ28からの吐出油の一部はOSV240を介して直接ガイド孔大径部239aに送られる。これにより、中間位置ロックピン230はロック解除位置に確実に保持される。また、このときアキュムレータ1401は潤滑油ポンプ28から吐出される圧力油を蓄える。

【0129】次いで機関停止操作が開始されると、OSV240は閉弁されロックピンリフト油圧の供給を停止する。これにより、中間位置ロックピン230はスプリングにより、ロック位置に向けて押圧される。また、機関回転数が低下して潤滑油ポンプ28の吐出圧が下がるとアキュムレータ1401に蓄圧した作動油が吐出され、OCV25に供給される。これにより、OCV25から油圧室に供給される作動油の油圧と油量との低下が抑制されるため機関停止までに短時間で確実にベーン体110を中間位置に移動させることが可能となる。また、このときOSV240が閉弁しているため、ロックピンリフト油圧は低下しており、ベーン体が中間位置に到達しロックピン230とロック孔231との位置が整合すると中間位置ロックピン230は確実にロック孔231内に嵌入しベーン体を中間位置にロックする。

52

【0130】本実施形態では、機関停止時の作動油供給源として蓄圧装置を設けたことにより確実に機関停止時にベーン体を中間位置にロックすることを可能としている。なお、機関停止時の作動油供給源としては、蓄圧装置に代えて独立した電動潤滑油ポンプを用いることも可能である。

【0131】(11) 第11の実施形態

本実施形態では、機関停止時の潤滑油ポンプの吐出量低下による作動油供給不足を抑制するため、機関停止時に潤滑油ポンプからの機関潤滑油系統への潤滑油供給を制限することにより、ベーン体の中間位置への移動に必要な作動油供給量を確保している。

【0132】図15は本実施形態の概略構成を説明する線図である。図15において、潤滑油ポンプ28の吐出通路は2つに分岐しており、一方の分岐通路1501はOCV25に、他方の分岐通路1503は機関のクランク軸受、ピストン等の機関潤滑油系に接続されており、それぞれOCV25と機関潤滑油系に潤滑油を供給している。本実施形態では、機関潤滑油系に接続される分岐

- 10 通路1503上には潤滑油ポンプ吐出から供給される潤滑油の圧力が一定の値以下になると閉弁するチェック弁1505と、チェック弁1505をバイパスする小径のバイパス通路1507が設けられている。機関停止時機関回転数が低下して潤滑油ポンプ28吐出圧力が一定の値以下になるとチェック弁1505は閉弁し、潤滑油は小径のバイパス通路1507を通じて機関潤滑油系に供給されるようになる。これにより、潤滑油ポンプ吐出油量のうち潤滑油系に供給される油の割合が減るため、OCV25に供給される作動油の油圧と油量との減少が抑制される。このため、OCV25では機関停止時にベーン体を中間位置まで移動させるのに必要な油圧と油量とが確保される。

【0133】なお、本実施形態では機関停止時に機関潤滑油系に供給される潤滑油量が削減されることになるが、機関停止時は回転数が低下途中にあり潤滑の必要度は比較的少ないためこれによって潤滑油系での潤滑油不足等の問題は生じない。また、本実施形態ではチェック弁1505を配置することにより機関停止時に潤滑油系への潤滑油の供給を抑制しているが、チェック弁1505を設ける代わりに、電磁駆動の制御弁を設け機関停止時に潤滑油系への潤滑油供給を遮断もしくは抑制するよ

- 30 うにしても良い。

【0134】また、チェック弁や制御弁を使用する代りに、例えば潤滑油系への分岐通路1503に孔径d₁、厚さL₁のオリフィスを設け、OCV25への分岐通路1501には径d₂、長さL₂の絞り部分を設け、d₁がd₂より小さく、かつL₂がL₁より非常に大きくなるように設定するようにしてもよい。このように絞りとオリフィスとを設定することにより、機関回転数が高く潤滑油流量が大きい場合には潤滑油系への分岐通路15

53

03に流れる潤滑油流量がOCV25への分岐通路15
01に流れる潤滑油流量より大きくなり、潤滑油流量が
低下すると逆に分岐通路1503に流れる潤滑油流量が
分岐通路1501に流れる潤滑油流量より小さくなる流
量特性を得ることができる。

【0135】(12) 第12の実施形態

本実施形態では、機関停止時に運転者からの機関停止指令（例えばイグニッションキーオフ）が出された後も直ちに機関停止操作（燃料噴射停止等）を行わず、所定の遅延時間機関の運転を継続しながら、ベーン体を中間位置に移動させる。これにより、潤滑油ポンプからは作動油が継続して供給されるようになるため確実にベーン体を中間位置に移動させることが可能となる。

【0136】図16は、本実施形態の機関停止操作を説明するフローチャートである。本操作はECU30により一定時間毎に実行されるルーチンにより行われる。図16の操作において、ステップ1601では現在イグニッションキーがオフにされたか否か、すなわち機関停止指令を入力しているか否かが判定される。イグニッションキーがオンである場合には現在通常運転中であるので、ステップ1603で潤滑油温度TO、機関回転数NEの値を読み込み、ステップ1605では、TO、NEの値に基づいて機関停止指令を入力した場合の遅延時間tDが算出される。すなわち、本実施形態では機関停止指令が出される前の潤滑油温度と回転数とに基づいて常に遅延時間を算出している。遅延時間tDの算出については後述する。また、現在は機関の通常運転状態であるため、次にステップ1607が実行され、機関運転状態に応じて最適なバルブタイミングを設定する通常のバルブタイミング制御が行われる。

【0137】ステップ1601でイグニッションキーがオフであった場合、すなわち機関停止指令が出されていた場合には、次にステップ1609に進み、停止指令入力後から遅延時間tDが経過したか否かが判定される。ここで使用される遅延時間tDは、停止指令が出される前の油温TOと回転数NEとに基づいて予めステップ1605で算出しておいた値が使用される。

【0138】ステップ1609で遅延時間tDが経過していない場合には、次にステップ1611に進み、機関停止操作（例えば燃料噴射の停止）を行うことなくベーン体を中間位置に移動させる制御を行う。これにより、OCV25には充分な作動油が供給されるため、ベーン体を確実に中間位置に移動させることが可能となる。遅延時間tDの間機関運転継続後、ステップ1609で遅延時間が経過したと判断された場合には、次にステップ1613に進み機関停止操作を行い、その後ステップ1611でベーン体の中間位置への移動制御を継続する。これにより、機関回転数は低下して作動油の油圧は低下するが、ベーン体はこのときにはすでに中間位置に保持されているため、油圧の低下とともに中間位置ロックビ

10

20

30

40

50

54

ン230がロック位置に移動し、ベーン体は中間位置にロックされる。

【0139】次にステップ1605における遅延時間tDの設定について説明する。前述したように、機関回転数NEが高い場合には、潤滑油ポンプの回転数も高く、潤滑油吐出量は大きくなっているため、油圧室に多量の作動油を短時間で供給できるためベーン体を短時間で中間位置に移動させることができる。このため、遅延時間は他の条件が同一であれば機関回転数が高いほど短くなるように設定される。一方、潤滑油温度TOが高いほど潤滑油粘度は低下するため、装置の各クリアランス部からのリーク油量もそれに応じて増大する。このため、潤滑油ポンプの吐出量が同一であれば油温が高くなるほど実際にベーン体を移動させるのに使用できる油量は低下するためベーン体を中間位置に移動させるのに要する時間が長くなる。このため、遅延時間は他の条件が同一であれば潤滑油温度が高いほど長くなるように設定される。本実施形態では、必要とされる遅延時間と、油温、機関回転数との関係を予め実験により求め、ECU30のROMに記憶しており、ステップ1605ではこの関係に基づいて遅延時間が決定される。

【0140】このように、油温、機関回転数とに応じて機関停止の遅延時間を設定することにより、本実施形態では確実に機関停止時にベーン体を中間位置にロックすることが可能となるとともに、機関停止指令入力後の運転継続を必要最小限の時間に抑制することが可能となる。なお、図16の実施形態では、油温TO、回転数NEとに基づいて予め記憶した関係に基づいて設定した遅延時間tDだけ機関停止操作を遅らせているが、遅延時間tDの算出操作を行わずに、ベーン体が中間位置に移動するまで機関停止操作を遅延させるようにしても良い。

【0141】図17は、ベーン体の中間位置移動まで停止操作を遅延させる場合のフローチャートを示す。図17の操作では、機関停止指令入力（ステップ1701）の後、ステップ1705で実際の機関バルブタイミングが中間バルブタイミングになるまで（すなわち、ベーン体が中間位置に移動するまで）機関停止操作を行わず、ベーン体を中間位置に移動させる制御を行う。そして、ステップ1701でベーン体が中間位置になったことを確認した後ステップ1709の機関停止操作を行う。これにより、一層確実に機関停止時にベーン体を中間位置にロックすることが可能となる。

【0142】(13) 第13の実施形態

本実施形態では、前述の第8の実施形態と同様に機関停止時の抵抗負荷を低減して惰性回転時間を長く維持することによりベーン体の中間位置への移動を容易にしている。前述の第8の実施形態では、カム摺動面の摩擦抵抗を低減することにより、機関停止時の惰性回転時間を増大していたのに対して、本実施形態では機関のポンピ

グロスを低減することにより停止時の惰性回転時間を増大するようにしている。

【0143】機関停止時には、通常スロットル弁は全閉にされる。このため、スロットル弁下流側の吸気通路には大きな負圧が発生して各気筒の吸気行程時にピストンの下降動作に対して大きな抵抗となる。本実施形態では、機関吸気通路に運転者のアクセルペダルの踏込みとは無関係に動作可能な独立したアクチュエータを有するいわゆる電子制御スロットル弁を備えている。ECU30は機関停止操作開始時（イグニッションキーオフ時）にこのアクチュエータを駆動してスロットル弁開度を全開に維持する。これにより、機関停止時の各気筒のポンピングロスが大幅に低減されるため、機関惰性回転時間が増大するようになる。なお、電子制御スロットル弁はいずれの公知の形式のものが使用可能であるので、図示は省略する。

【0144】（14）第14の実施形態

前述の第8から第13の実施形態では、機関停止時にベーン体を中間位置に移動させてロックする操作を行うことによって、次回の機関始動時に機関バルブタイミングを中間バルブタイミングに固定するようにしていた。しかし、第8から第13の実施形態では、仮に機関停止時の中間ロック制御が失敗した場合には機関始動時にバルブタイミングが中間バルブタイミングに固定されないことになる。本実施形態では、機関始動時（クランキング中）にベーン体が中間位置にロックされているか否かを判断し、ロックされていない場合にはクランキング中に中間位置ロック制御を行う。そして本実施形態では更に、ベーン体が中間位置にロックされたことを確認してから点火時期制御や燃料噴射を開始するようになっている。従って、本実施形態では機関始動後は確実にバルブタイミングは中間バルブタイミングに固定されるため、バルブタイミングの変動による運転状態の不安定化や機関性能の低下が生じない。

【0145】図18は本実施形態の始動操作を説明するフローチャートである。本操作はECU30により一定時間毎に実行されるルーチンにより行われる。図18の操作では、まずステップ1801で現在クランキング実行中か否かが判定される。現在クランキング中でない場合には機関は始動が完了しているため、ステップ1807に進み、現在の運転状態に応じた点火時期と燃料噴射量とで機関が運転される。また、ステップ1801で現在クランキング中であった場合、すなわち機関の始動操作開始直後であった場合には、次にステップ1803で現在機関バルブタイミングが中間位置にロックされているか否かを判定する。ステップ1803で現在のバルブタイミングが中間位置から所定量以上外れている場合には、中間ロックが行われていないため機関の点火制御と燃料噴射制御を開始せずにステップ1805に進み、ベーン体を中間位置に移動させる制御を行う。この状態で

は、クランキングにより潤滑油ポンプも回転しているためOCV25には作動油が供給されておりベーン体の移動が可能となっている。ステップ1803と1805ではベーン体の中間位置ロックが確認されるまで中間位置移動制御が行われる。

【0146】ステップ1803で現在のバルブタイミングが中間バルブタイミングに固定されている場合、すなわち機関停止時にベーン体が中間位置にロックされていた場合、またはステップ1805の操作によりクランキング中にベーン体が中間位置にロックされた場合には、ステップ1807が実行され、点火時期制御と燃料噴射制御とが行われる。この場合には、点火時期と燃料噴射量とは機関の中間バルブタイミングに適した値にセットされる。

III. 中間位置ロックピン誤作動時の操作

以下の第15から第20の実施形態では、中間位置ロックピン誤作動によるロックまたはロック解除、及び機関停止時に中間位置ロックできなかった場合の操作について説明する。

【0147】（15）第15の実施形態

本実施形態では、機関バルブタイミング変更中ベーン体が中間位置を通過時に中間位置ロックピンが誤作動してベーン体がロックされた場合に、ベーン体のロックを速やかに解除して正常に復帰させる操作を行う。バルブタイミング変更中に中間位置ロックピンの誤作動によりベーン体が中間位置にロックすると、目標バルブタイミングと実際のバルブタイミング（中間バルブタイミング）との間に偏差が生じたままになるため、ECU30はベーン体を目標位置に到達させるために該当する側の油圧室の油圧を上昇させる。このため、中間位置ロックピンはロック孔壁面に強い力で押圧されるようになり、ロック孔壁面とロックピン側面との摩擦力により通常のロックピンリフト油圧ではロックを解除することができなくなる。

【0148】本実施形態では、中間位置ロックピン誤作動による中間位置ロックが生じた場合には、進角油圧室と遅角油圧室との双方に油圧を供給して両方の油圧室の圧力を略等しくするようしている。これにより、ロックピンに作用する押圧力が低下するとともに、両方の油圧室からロックピンリフト油圧通路を介してロックピンリフト油圧が供給されるため、容易にロックが解除されるようになる。

【0149】図19は、本実施形態のロック状態からの解除操作を説明するフローチャートである。本操作はECU30により一定時間毎に実行されるルーチンにより行われる。図19において操作がスタートすると、ステップ1901では現在作動油の温度が所定温度以上になっているか否かが判定される。油温が所定値より低い場合には、正常な状態でも中間位置ロックが行われており解除操作は行う必要がないため、ステップ1903以下

は実行せず直ちに操作を終了する。上記油温の判定値は、正常な状態であれば中間位置ロックピンのロックが解除されている温度である。

【0150】ステップ1901で油温が所定値以上の場合には、既に中間位置ロックピンのロックは解除されていると考えられるため、ステップ1903に進み、中間位置ロックピンの誤作動が生じているか否かを判定する。本実施形態では、ECU30により設定される目標バルブタイミングと実際に検出したバルブタイミングとの差が所定値以上であり、かつ現在のバルブタイミングが中間バルブタイミングになっている場合に中間位置ロックピンが誤作動によりロックしたと判定するようしている。ステップ1903で中間位置ロックピン誤作動によるロックが生じていない場合には、ステップ1905以下の解除操作は必要ないため、本操作は直ちに終了する。この場合には、別途実行される通常のバルブタイミング制御により進角油圧室と遅角油圧室との油圧が制御され、ベーン体は目標バルブタイミングに相当する位置に移動される。

【0151】一方、ステップ1903で誤作動による中間位置ロックピンのロックが生じていると判定された場合には、ステップ1905と1907とで現在バルブタイミング進角操作中か遅角操作中かが判定される。例えば、ステップ1905とステップ1907では、目標バルブタイミングと現在のバルブタイミング（中間バルブタイミング）とを比較し、目標バルブタイミングが現在のバルブタイミングより進角側である場合にはバルブタイミング進角操作中、遅角側である場合はバルブタイミング遅角操作中と判定する。そして、現在バルブタイミング進角操作中であった場合にはステップ1907でOCV25の制御パルスデューティー比Dを $D = 50 + \alpha$ （パーセント）に、現在バルブタイミング遅角操作中であった場合には $D = 50 - \alpha$ （パーセント）に設定する。

【0152】前述したように、OCV25は制御パルスデューティー比が50パーセントであるときには、進角油圧室と遅角油圧室との両方に油圧を供給し、両方の油圧室の圧力は同一になる。従って、中間位置ロックピン誤作動時にデューティー比を50パーセントに設定すれば中間位置ロックピンをロック孔壁面に押圧する力はゼロになり、ロック解除が容易に行われる。しかし、単に両方の油圧室の圧力を同一にしただけでは、中間位置ロックピンのロックは解除されるもののベーン体は中間位置に停止したままとなる。このため、ロック解除後に油圧を低下させると中間位置ロックピンの誤作動によるロックが再発する可能性がある。そこで、本実施形態では僅かに一方の油圧室の圧力を高くして、ロック解除と同時にベーン体の位置を目標位置に向けて動かすようしている。これにより、ロックピンとロック孔との位置がずれるため再度中間位置ロックピンのロックが生じるこ

とが防止される。ここで、 α は中間位置ロックピンとロック孔壁面との間の押圧力が充分に小さくなる値であり、実際には実験に基づいて決定することが好ましい。

【0153】本実施形態では図19の操作を行うことにより、誤作動により生じた中間位置ロックピンのロックを速やかに解除して正常運転に復帰することが可能となる。

【0154】(16) 第16の実施形態

本実施形態では、吸気バルブタイミングと排気バルブタイミングとの両方のバルブタイミングを変更可能な可変バルブタイミング装置を有する機関で、吸気側のバルブタイミング装置で中間位置ロックピンの誤作動による中間位置ロックが生じた場合の操作について説明する。吸気側のバルブタイミングが中間バルブタイミングに固定されてしまうと、吸排気弁のバルブオーバラップが比較的大きくなる場合が生じる。バルブオーバラップが過大になると、気筒内に残留する既燃ガスの量が増大するため相対的に気筒に吸入される新気の量が減少し燃焼が不安定になる。そこで、本実施形態では、機関運転中に図19と同様な方法で吸気側で中間位置ロックピンの誤作動による中間位置ロックが生じているか否かを監視し、中間位置ロックが生じた場合には排気バルブタイミングを最進角位置に制御するようとしている。これにより、吸気バルブタイミングが中間バルブタイミングに固定された状態でもバルブオーバラップが減少するため、機関の全運転領域で燃焼の不安定化が生じることが防止される。なお、本実施形態では排気バルブタイミングを可変とすることが必要とされるが、排気側のバルブタイミング可変機構は必ずしも吸気側のバルブタイミング可変機構と同様に連続的にバルブタイミングを変更可能なものである必要はなく、通常値と最進角値との2つのバルブタイミングをとることができるものであれば良い。

【0155】(17) 第17の実施形態

本実施形態では、機関停止時にベーン体を中間位置に移動させる際にまず機関停止操作開始時の機関運転状態からベーン体を中間位置に移動させることができるか否かを判断し、移動できないと判断された場合には逆にベーン体を最遅角位置に移動させる。

【0156】前述したように、機関回転数が低く油温が高い運転状態では油圧の低下が短い時間で生じるため機関停止操作開始（イグニッションキーオフ）から機関が停止するまでにベーン体を中間位置に移動させることができない場合がある。このような場合にも無理にベーン体を中間位置に移動させようとすると、機関が停止したときにベーン体が中間位置に到達しない中途位置で停止した状態になる場合がある。この状態で機関を始動すると、ベーン体はカム駆動反力により遅角側に移動し進角油圧室側の仕切壁に衝突して大きな打音を生じる。そこで、本実施形態では、機関停止時にベーン体を中間位置にロックできないと判断された場合には中間位置にベー

ン体を移動させる代りに最遅角位置に移動させることにして打音の発生を防止している。ベーン体には通常ベーン体を遅角方向に移動させるようにカム反力が作用している。このため、中間位置に移動できない場合でもベーン体を最遅角位置に移動させることは比較的容易に行うことができる。また、最遅角位置に中間位置ロックピンと同様な最遅角位置ロックピンを配置すれば、次回始動時にはベーン体は最遅角位置に固定されることになるため、始動時のバルブタイミング変動等が生じることが防止できる。

【0157】図20は本実施形態の機関停止時のバルブタイミング制御操作を説明するフローチャートである。本操作はECU30により一定時間毎に実行されるルーチンにより行われる。図20において操作がスタートすると、ステップ2001では現在機関停止操作（イグニッションキーオフ）が行われているか否かが判定され、停止操作が行われていない場合には、ステップ2003で機関回転数NEと油温TOを読み込んだ後ステップ2005で通常のバルブタイミング制御を実行する。

【0158】ステップ2001で停止操作が行われている場合には、ステップ2007で機関停止までにベーン体の中間位置ロックが可能か否かを判定する。ステップ2007の判定は機関停止直前にステップ2007で読み込んだ機関回転数NEと油温TOとに基づいて行われる。前述したように、機関回転数が高い場合には機関停止までに潤滑油ポンプが供給できる油量が大きいため、機関停止までのベーン体移動可能範囲が増大する。一方、油温が高い場合には各クリアランス部からのリーク油量が増大するため、機関回転数が同一であっても機関停止までのベーン体移動可能範囲は小さくなる。本実施形態では、予め種々の機関回転数と油温との組合せで実験を行い、ベーン体を最遅角位置から中間位置まで移動させることができない回転数と油温の組合せを求めてあり、ECU30のROMにその関係を格納している。ステップ2007ではこの記憶した関係に基づいて、機関停止までに中間ロックが可能か否かを判断している。

【0159】ステップ2007でベーン体の中間位置までの移動が可能と判定された場合には、ステップ2009に進み、ベーン体を中間位置まで移動させる中間位置制御を行うとともに、ステップ2011で後述する中間位置ロックフラグMXの値を1に設定して操作を終了する。一方、ステップ2007でベーン体の中間位置までの移動が不可能と判定された場合には、ステップ2013でベーン体を最遅角位置に移動させる最遅角制御を行い、ステップ2015で中間位置ロックフラグMXの値を0にセットして操作を終了する。中間位置ロックフラグMXの値はメインスイッチがオフにされても記憶内容を保持可能なバックアップRAMに格納される。次回の機関始動時にはバックアップRAMに格納されたフラグMXの値に基づいて、例えばMXの値が1の場合には中

間バルブタイミングに適した点火時期と燃料噴射量で始動が行われ、MXの値が0の場合には最遅角バルブタイミングに適した点火時期と燃料噴射量で始動が行われる。

【0160】(18) 第18の実施形態

本実施形態では、中間位置ロックピンは第10の実施形態と同様にOSV240からロックピンリフト油圧を供給され油圧室内の油圧とは独立してロック及びロック解除が可能なものとされる。また、本実施形態では中間位置ロックピンに加えて油圧室内の油圧が低いときに作動する通常の最遅角ロックピンが設けられており、前述の第12の実施形態と同様に機関停止時に、停止指令を入力後所定の遅延時間の間機関停止操作を行わず機関運転を継続しながらベーン体を中間位置に移動させる制御を行う。しかし、本実施形態では、ベーン体を中間位置に移動させた後、実際にベーン体が中間位置にロックされているか否かを判定する操作を行う。そして、中間位置ロックピンが中間位置にロックされていない場合には何らかの原因により中間位置ロックが不成功に終わったと判断し、ベーン体を最遅角位置まで移動させて最遅角位置ロックピンによる最遅角位置ロックを行う。

【0161】これにより、次回の機関始動時にはバルブタイミングは中間バルブタイミングか最遅角バルブタイミングかのいずれか一方に固定されるようになる。図21は本実施形態の機関停止操作を説明するフローチャートである。本操作はECU30により一定時間毎に実行されるルーチンにより行われる。図21の操作がスタートすると、ステップ2101では現在機関停止指令（イグニッションキーオフ）が入力しているか否かが判定され、停止指令を入力している場合にはステップ2103で停止指令入力後所定の遅延時間tDが経過したか否かを判定する。ステップ2103で遅延時間が経過している場合には、ステップ2115に進み、機関停止操作（燃料噴射停止）が行われる。

【0162】ステップ2103で遅延時間tDが経過していない場合には、次にステップ2105に進み中間ロックフェイルフラグMFの値が1にセットされているか否かを判断する。フラグMFは、後述するステップ2111で中間ロック操作が失敗したと判定された場合に1にセットされる。フラグMFの初期値は0であるため、機関始動操作開始時はステップ2105は否定判定され、次にステップ2107が実行される。ステップ2107では、ベーン体を中間位置に移動させるとともに、OSV240を閉弁して中間位置ロックピンのリフト油圧を解除する中間位置制御が行われる。次に、ステップ2109ではベーン体が中間位置に到達したか否かが、実際のバルブタイミングが中間バルブタイミングになつたか否かに基づいて判定され、中間位置に到達していない場合にはステップ2111以下を実行することなく操作を終了する。これにより、次回の操作実行時もステッ

40 30 40 50

6.1

ステップ2101から2109が実行され、ベーン体が中間位置に到達するまでステップ2107の中間位置制御が実行される。

【0163】ステップ2109でベーン体が中間位置に到達したと判定された場合には、次にステップ2111で中間位置ロックピンがロックしているか否かが判定される。この判定は、実際のバルブタイミングが中間バルブタイミングに一致しており、バルブタイミングの変動が所定値以下か否かに基づいて行われる。ステップ2111で実際のバルブタイミングが中間バルブタイミングに正確に一致しており、バルブタイミング変動が小さい場合には中間位置ロックピンがロックしていると判断できるため、この場合には次にステップ2115に進み機関停止操作を行う。

【0164】一方、ステップ2111で、ベーン体が中間位置に到達したにもかかわらず、バルブタイミングが正確に中間バルブタイミングに一致せず変動している場合には何らかの理由で中間位置ロックピンを正常にロックできなかつたと判定され、次にステップ2113に進みフェイルフラグMFの値が1にセットされる。これにより、次にルーチンが実行されるとステップ2105の次にステップ2117が実行されるようになる。ステップ2117ではベーン体を最遅角位置に移動させる最遅角位置制御が行われる。これにより、ベーン体は最遅角位置に移動して、遅延時間tD経過後に機関停止操作が行われると油圧室の油圧低下に伴って最遅角位置ロックピンがロック孔と係合し、ベーン体は最遅角位置にロックされる。

【0165】これにより、中間位置ロックピンの中間位置ロックが失敗した場合にはベーン体は確実に最遅角位置にロックされるようになる。本実施形態においても、フェイルフラグMFの値はバックアップRAMに格納され、次回の機関始動時にはフェイルフラグMFの値に応じて、中間バルブタイミング又は最遅角バルブタイミングに適した機関始動操作が行われる。

【0166】図22は、上記の実施形態において更に確実に中間位置ロックを行うために第3のロックピンを備えた例を示している。本実施形態では、図22に示すように、ベーン体には中間位置ロックピン230と最遅角ロックピン260に加えて第3のロックピン270が設けられている。中間ロックピン230と第3のロックピン270は図21の場合と同様に、独立したOSVからロックピンリフト油圧を供給され、油圧室の圧力とは無関係にロック及びロック解除が可能である。最遅角ロックピン260は図21の場合と同様に、油圧室内の圧力が低下したときにロック動作を行う。

【0167】ハウジング100には、ベーン体110の中間位置で中間位置ロックピン230位置と整合する中間ロック孔231とベーン体110の最遅角位置で最遅角位置ロックピン260位置と整合する最遅角ロック孔

10

261が設けられている。また、ハウジング100には上記第3のロックピン270と係合する第3のロック孔271が設けられている。本実施形態では、中間ロック孔231と最遅角ロック孔271とはそれぞれのロックピン230、260に対応した径の円孔とされているのに対して、第3のロック孔271は円弧上の長孔とされており、第3のロックピン270がこのロック孔271と係合した状態でもベーン体110は最遅角位置と中間位置との間で回動可能となっている。第3のロックピン271は中間ロックピン230によるロックを容易にするために設けられたものである。

20

【0168】本実施形態では、図21の場合と同様に機関停止を遅延させてその間にベーン体のロックを行う。この時、ECU30はまずベーン体110を遅角方向に移動させるとともに、第3のロックピン270へのロックピンリフト油圧の供給を停止する。これにより、ベーン体110が中間位置より遅角側に移動した場合には第3のロックピン270と長孔271とが係合し、その後のベーン体110の移動範囲は中間位置と最遅角位置との間に制限されるようになる。

30

【0169】ベーン体が中間位置と最遅角位置との間の位置になった場合には、次いでECU20は中間位置ロックピン230へのロックピンリフト油圧供給を停止するとともに、ベーン体を最進角側に移動させる制御を行う。ところが、ベーン体110は第3のロックピン270と長孔271との係合により移動が制限されているため、これによりベーン体110はロックピン271が長孔の進角側端部に押圧される位置、すなわち中間位置に油圧によりロックされる。このため、ベーン体は中間位置に静止することになり、中間位置ロックピン230とロック孔231とが容易に係合するようになる。ECU30はこの後遅角操作を行い、ベーン体が中間位置から移動するか否かを判定する。この遅角操作においてベーン体が遅角方向に移動する場合には中間位置ロックピンのロックが何らかの理由で成功しなかったことを意味するため、この場合にはECU30はベーン体を最遅角位置に移動させる最遅角位置制御を行う。これにより、中間位置ロックが成功しなかった場合にもベーン体は最遅角位置ロックピンにより最遅角位置にロックされるようになる。

40

【0170】図23は、本実施形態の機関停止操作を説明するフローチャートである。本操作はECU20により一定時間毎に実行されるルーチンにより行われる。図23の操作は、図21の操作にステップ2307、2309、2311が付加されている点のみが相違している。すなわち、機関停止指令入力後、まずステップ2307と2309により、ベーン体が第3のロックピン270の作動範囲（長孔271と係合する範囲）に入るまで（ステップ2307）ベーン体の遅角制御（ステップ2309）が行われ、作動範囲に入ると次にベーン体

50

63

の最進角制御（ステップ2311）が行われる。そして、ベーン体が中間位置に到達（ステップ2313）した後中間位置でロックしているか否かの判定（ステップ2315）が行われる。ベーン体が中間位置でロックしている場合には次いでステップ2319で機関停止操作が行われ、ベーン体が中間位置でロックしていない場合にはフラグMFの値が1にセットされる（ステップ2317）。これにより、次回ルーチン実行時には最遅角制御が行われ（ステップ2321）、遅延時間経過後の機関停止時にベーン体は最遅角位置にロックされる。

【0171】本実施形態のように、長孔形状のロック孔271とこのロック孔に係合する第3のロックピンを設けることにより、ベーン体の中間位置ロックをより確実に行うことが可能となる。

【0172】(19) 第19の実施形態

本実施形態では、図21の実施形態と同様に中間位置ロックピンと最遅角ロックピンとの2つのロックピンが備えられており、機関停止時にベーン体の中間位置ロックを行う。そして、機関始動時に実際にベーン体が中間位置にロックされているか否かを判定し、中間位置にロックされている場合には中間バルブタイミングに適した点火時期、燃料噴射量等の制御パラメータで機関を運転する。

【0173】また、ベーン体が中間位置にロックされていない場合には、最遅角バルブタイミングに適した制御パラメータを設定して機関を運転する。前述したように、機関始動時にベーン体が中間位置にロックされていない場合にはベーン体はカム反力により最遅角位置に移動して最遅角ロックピンにより最遅角位置にロックされる。このため、ベーン体が中間位置にロックされていないにもかかわらず中間バルブタイミングに適した制御パラメータで機関を運転すると機関性能の低下や排気性状の悪化を生じる可能性がある。本実施形態では、機関始動時にベーン体が中間位置にロックされている場合には中間バルブタイミングに適した制御パラメータを用い、中間位置にロックされていない場合には実際のバルブタイミングに適した制御パラメータを用いて機関を運転することにより中間位置ロックに失敗した場合にも機関性能の低下等が極力少なくなるようにしている。

【0174】図24は、本実施形態のロック位置判定操作を説明するフローチャートである。本操作は、ECU30により一定時間毎に実行されるルーチンとして行われる。本操作では、機関始動操作開始時（イグニッションキーON）には、ベーン体が中間位置にロックされていると仮定して制御パラメータを設定して機関始動操作を行うが、その後直ちにベーン体が実際に中間位置にロックされているか否かを判定し、中間位置にロックされていない場合には中間位置ロックが不成功に終わったと判断して最遅角バルブタイミングに適した制御パラメータに切り換える。また、いずれの場合も油温が充分に上

64

昇してロックが解除される条件が成立した場合には、制御パラメータは通常通り機関運転状態に適した値に設定されるようになる。

【0175】図24において操作がスタートすると、ステップ2401では今回の操作が機関始動操作が行われてから（すなわち、イグニッションキーがオンされてから）最初の操作実行か否かが判定される。ステップ2401で機関始動操作開始直後であった場合には、ステップ2403と2405で中間位置ロックフラグMXの値が1に、ロックフェイルフラグMFの値が0にそれぞれセットされる。フラグMXの値は現在ベーン体が中間位置にロックされているか否かを表し、MX=1は中間位置にロックされていることを、MX=0はロックされていないことを示している。また、フェイルフラグMFの値はベーン体の中間位置ロックが失敗したか否かを表し、MF=1は中間位置ロック失敗を、MF=0は中間位置ロック成功を表している。すなわち、本実施形態では、機関始動直後で中間位置ロック有無の判定ができない間は中間位置ロックが成功したと仮定して制御パラメータの設定を行う。

【0176】ステップ2401で機関始動操作開始直後でない場合には次にステップ2407で現在ベーン体のロック（中間位置ロックまたは最遅角位置ロック）が行われるべき期間か否かが判定される。前述したように、ベーン体のロックは油温、油圧が充分に上昇していない期間のみ必要となり、油温、油圧が上昇するとロックは自動的に解除される。このため、ステップ2407では、作動油温度、圧力が所定値に到達した場合にはロック期間が終了したと判定する。ステップ2407でロック期間が終了している場合には、現在中間位置ロックピンと最遅角ロックピンとの両方がロック解除位置にあり、ベーン体は自由に回動可能となっているため、ステップ2409に進み、フラグMXとフラグMFの値は両方とも0にセットされる。

【0177】一方、ステップ2407でロック期間中である場合には、現在中間位置ロックピンまたは最遅角ロックピンのいずれかがロックしているはずであるので、ステップ2413でロック判定条件が成立したか否かが判定される。ステップ2413では、機関回転数が実際のバルブタイミングを検出可能な程度まで上昇した場合にロック判定条件が成立したと判定される。判定条件が成立していない場合には、フラグMF、MXの値は変更されず今回の操作は直ちに終了する。これにより、ステップ2403、2405で設定されたフラグの値は判定完了まで維持される。

【0178】ステップ2413で現在判定条件が成立している場合には、次にステップ2415で現在ベーン体が中間位置にロックされているか否かが判定される。ステップ2415では、機関の実際のバルブタイミングが正確に中間バルブタイミングに一致し、かつバルブタイ

65

ミング変動が所定値以内である場合にベーン体が中間位置にロックされていると判定される。

【0179】ステップ2415で現在ベーン体が中間位置にロックされている場合には、本操作は直ちに終了し、ステップ2403と2405とで設定されたフラグの値はそのまま維持される。これにより、機関制御パラメータは引き続き中間バルブタイミングに適した値に設定される。また、ステップ2415で現在ベーン体が中間位置にロックされていない場合には、すなわち中間位置ロックが失敗して現在ベーン体は最遅角位置にロックされているため、ステップ2417と2419とでは中間位置ロックフラグMXの値は0（中間位置ロックしていない状態）、MFの値は1（中間位置ロック失敗）にセットされる。

【0180】図25は、図24の操作で設定されたフラグの値を用いた制御パラメータ設定操作を説明するフローチャートである。本操作は、ECU30により一定時間毎に実行されるルーチンとして行われる。図25において操作がスタートすると、ステップ2501では中間位置ロックフラグMXの値が1にセットされているか否かが判定される。ステップ2501でMX=1である場合には現在ベーン体は中間位置にロックされており、機関バルブタイミングは中間バルブタイミングに固定されているため、次にステップ2503に進み点火時期、燃料噴射量等の機関制御パラメータを中間バルブタイミングに適した値に設定して操作を終了する。

【0181】また、ステップ2501でMX≠1であった場合、すなわち現在ベーン体の中間位置ロックを行っていない場合には、次にステップ2505に進み、中間位置ロックが行われていないのは、ロック操作の失敗によるものであるか、油温、油圧が上昇してロックが解除されたものであるかをフラグMFの値に基づいて判定する。すなわち、MF≠1である場合には現在油温、油圧が充分に上昇して中間位置ロックが自然に解除されたためであるので、ステップ2507に進み、通常の制御パラメータの設定（機関負荷、回転数、バルブタイミングに応じた設定）を行う。また、ステップ2505でMF=1である場合には、中間位置ロックが何らかの理由で失敗し、現在ベーン体は最遅角位置にロックされているため、ステップ2509に進み最遅角バルブタイミングに適した制御パラメータを設定する。例えば、機関が最遅角バルブタイミングで始動される場合には、機関始動を容易にするために、中間バルブタイミングにおける始動の場合より燃料噴射量を多く、かつ点火時期を進角させることが必要となる。

【0182】上述のように、本実施形態では始動時の実際のバルブタイミングに適した制御パラメータを用いて始動後の運転が行われるため、機関性能の低下や排気性状の悪化等が防止される。

【0183】(20) 第20の実施形態

66

本実施形態では、中間位置ロックピンのロック失敗により、またはロックピンを備えていないためにベーン体が固定されないまま機関を始動する場合に、ベーン体と仕切壁との衝突による打音の発生を防止する手段について説明する。図26は本実施形態の概略構成を説明する図である。本実施形態では、ベーン体100のベーン111、またはハウジング100の仕切壁103に耐油性ゴムなどの弾性体からなる緩衝材2600が設けられている。緩衝材は、図26(A)、(B)に示すように、仕切壁またはそれに対向するベーンの側面の一方または両方に接着して、或いは図26(C)、(D)に示すように仕切壁先端またはベーン先端を覆うように設けてシール部材を兼用するようにしても良い。このように、仕切壁とベーンの当接部に緩衝材を配置することにより、機関始動時にベーン体と仕切壁とが衝突、離反を繰り返してもそれにより生じる打音が低減され、運転者に違和感を与えることが防止される。

【0184】

【発明の効果】本発明によれば、機関始動時にバルブタイミングを中間バルブタイミングに固定する中間位置ロックピンを設けた場合の問題点が解決される。すなわち、請求項1から請求項8の発明によれば、中間位置ロックピンの誤作動によるロックやロック解除が生じることが防止可能となる効果を奏する。

【0185】また、請求項9から17の発明によれば、機関始動時に確実にベーン体を中間位置にロックすることが可能となる効果を奏する。更に請求項18から請求項25の発明によれば、中間位置ロックピンのロックが成功せず、ベーン体が中間位置にロックされない状態で機関が始動された場合でも、打音の発生や機関性能の大幅な低下を防止することが可能となる効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を自動車用内燃機関に適用した場合の実施形態の概略構成を示す図である。

【図2】図1の可変バルブタイミング機構の構成を説明する図である。

【図3】図1の可変バルブタイミング機構の構成を説明する図である。

【図4】中間位置ロックピンの基本構造を説明する図である。

【図5】中間位置ロックピンの基本構造を説明する図である。

【図6】本発明の第1の実施形態の構成を説明する断面図である。

【図7】本発明の第3の実施形態の構成を説明する図である。

【図8】本発明の第3の実施形態の構成を説明する図である。

【図9】本発明の第4の実施形態の構成を説明する図である。

【図10】本発明の第5の実施形態の構成を説明する図である。

【図11】本発明の第6の実施形態に使用するスプリングの非線形バネ特性を説明する図である。

【図12】本発明の第7の実施形態の構成を説明する図である。

【図13】本発明の第9の実施形態の構成を説明する図である。

【図14】本発明の第10の実施形態の中間位置ロックピンの構成を説明する図である。

【図15】本発明の第11の実施形態を説明する線図である。

【図16】本発明の第12の実施形態における機関停止操作を説明するフローチャートである。

【図17】図16の操作の変形例を説明するフローチャートである。

【図18】本発明の第14の実施形態の機関始動操作を説明するフローチャートである。

【図19】本発明の第15の実施形態における中間位置ロックピンのロック解除操作を説明するフローチャートである。

【図20】本発明の第17の実施形態における機関停止操作を説明するフローチャートである。

【図21】本発明の第18の実施形態における機関停止操作を説明するフローチャートである。

10

【図22】第18の実施形態の変形例の構成を説明する図である。

【図23】図22の変形例を使用する機関停止操作を説明するフローチャートである。

【図24】本発明の第19の実施形態の機関始動操作を説明するフローチャートである。

【図25】本発明の第19の実施形態の機関始動操作を説明するフローチャートである。

【図26】本発明の第20の実施形態の構成を説明する図である。

【符号の説明】

1…内燃機関

10…可変バルブタイミング機構

25…オイルコントロールバルブ(OCV)

28…潤滑油ポンプ

30…ECU(制御回路)

100…ハウジング

103…仕切壁

110…ベーン体

111…ベーン

121…進角油圧室

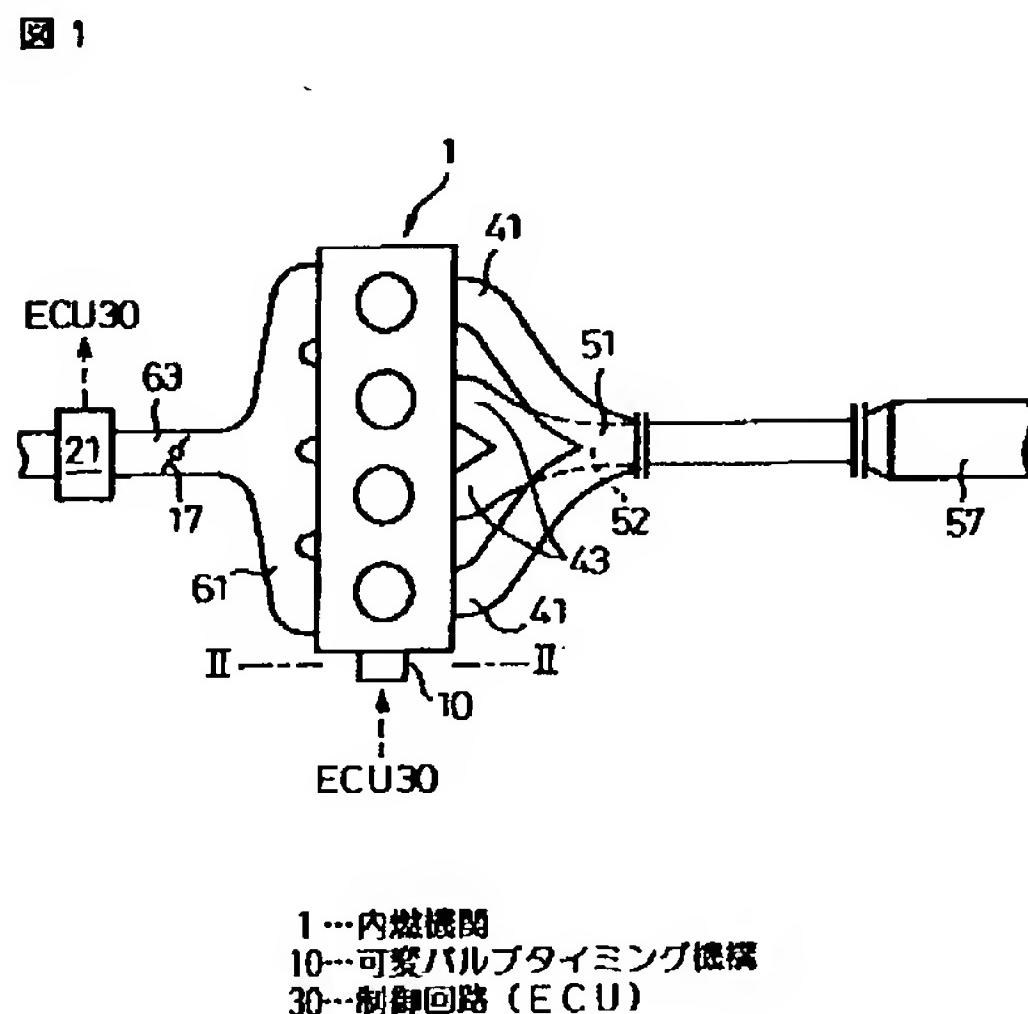
123…遅角油圧室

230…中間位置ロックピン

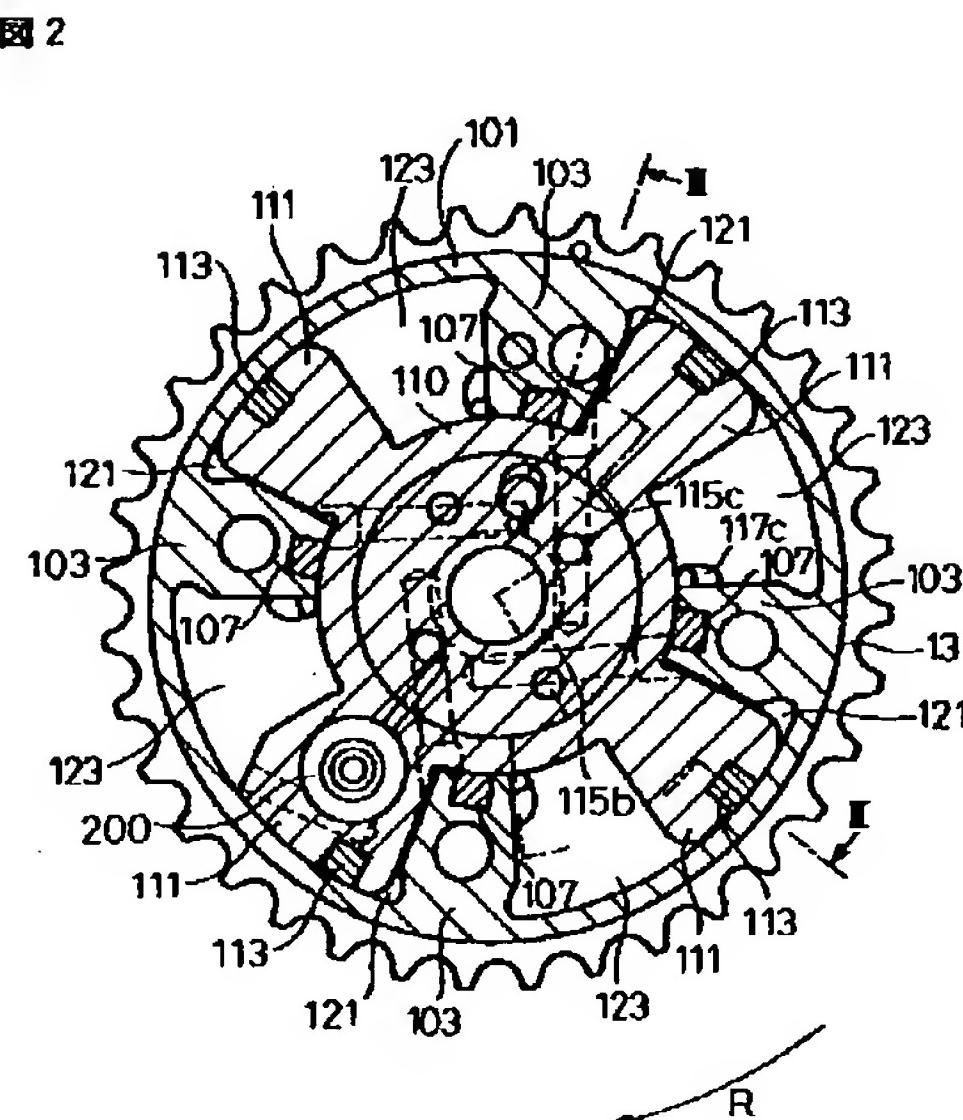
231…中間位置ロック孔

240…オイルスイッチングバルブ(OSV)

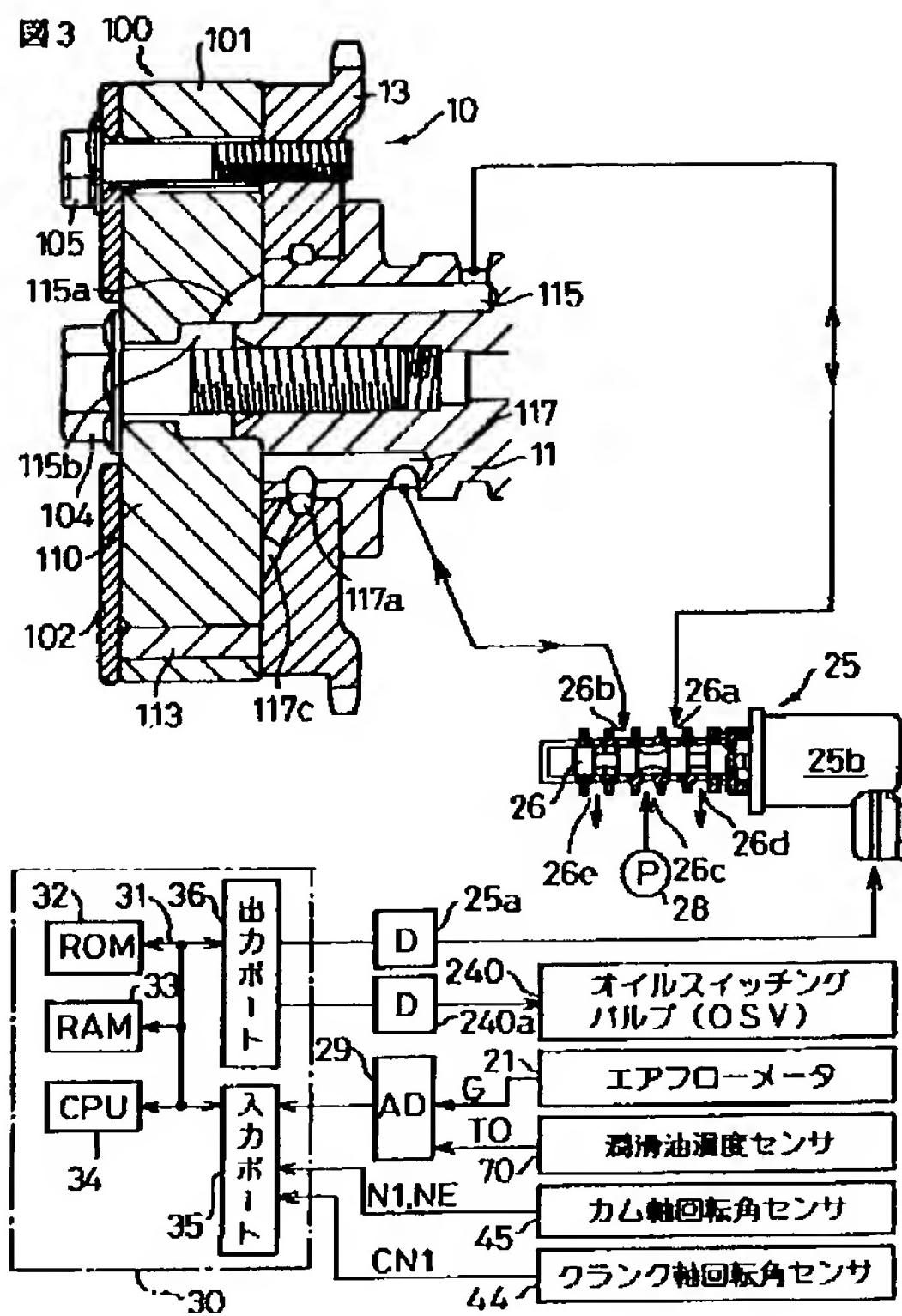
【図1】



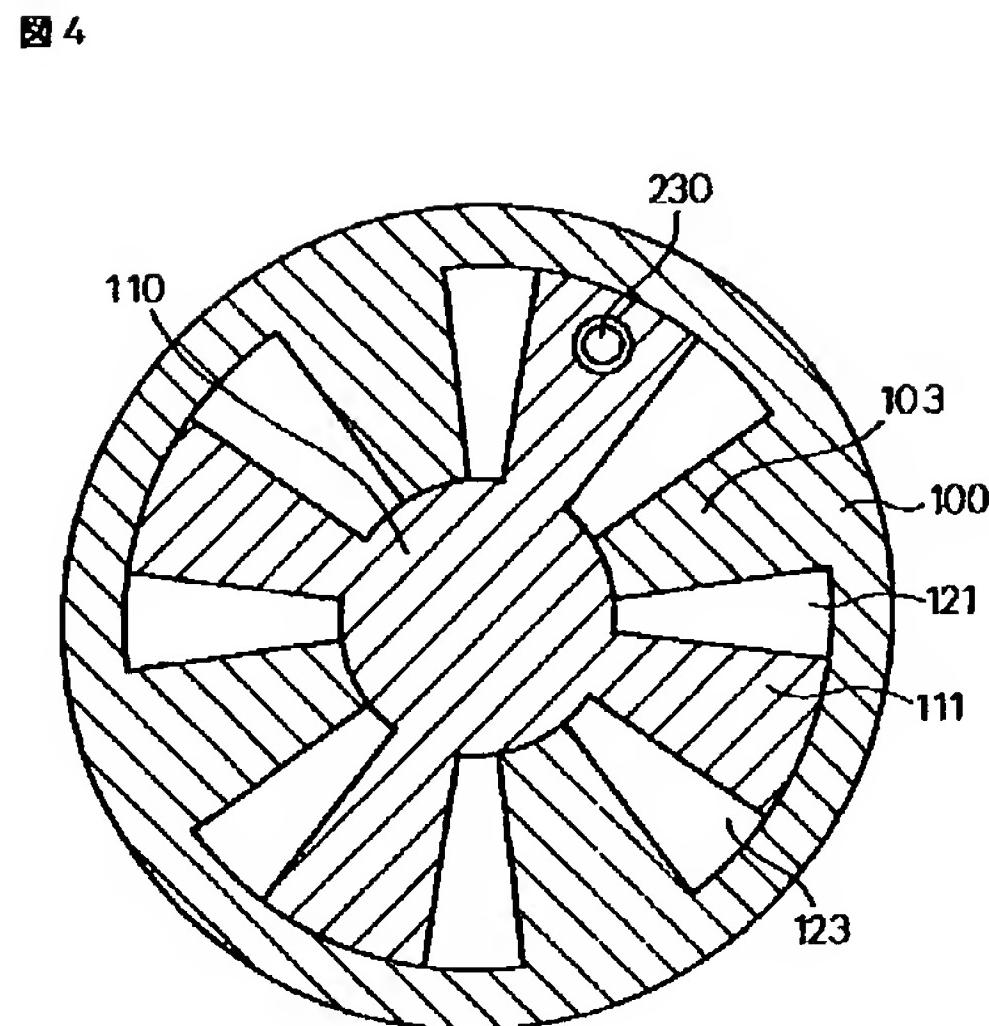
【図2】



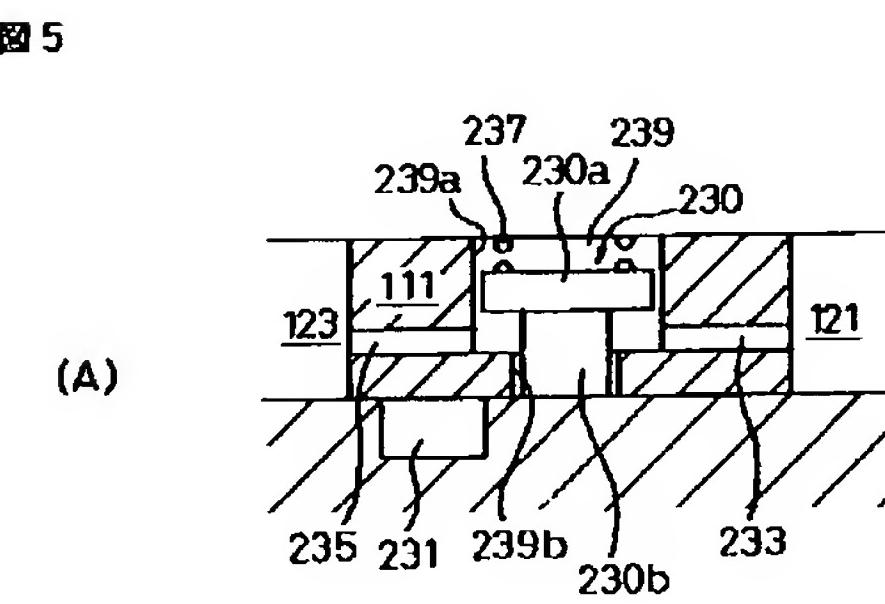
【図3】



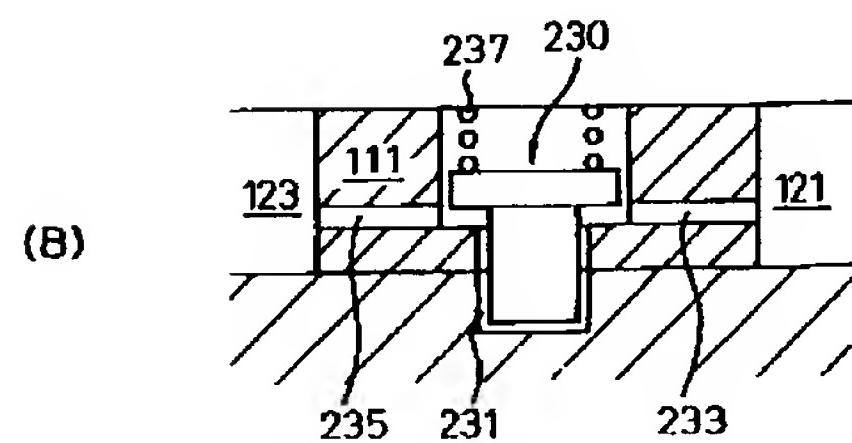
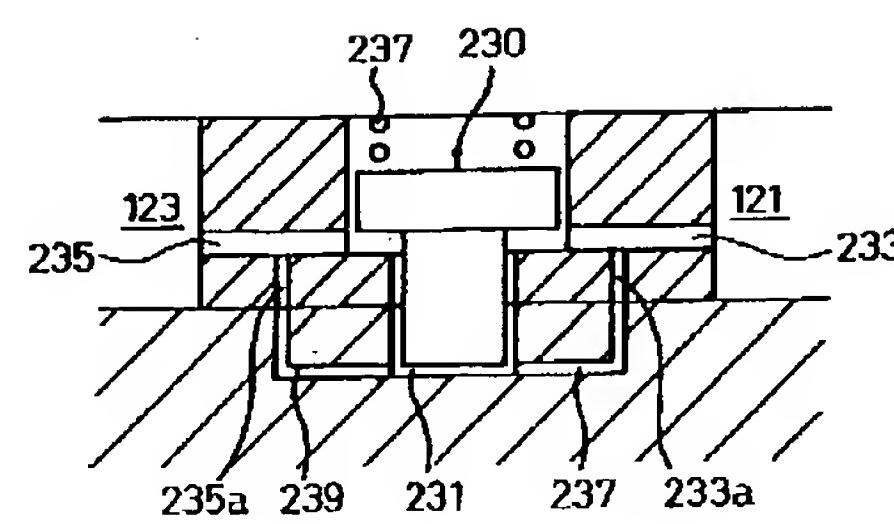
【図4】



【図5】

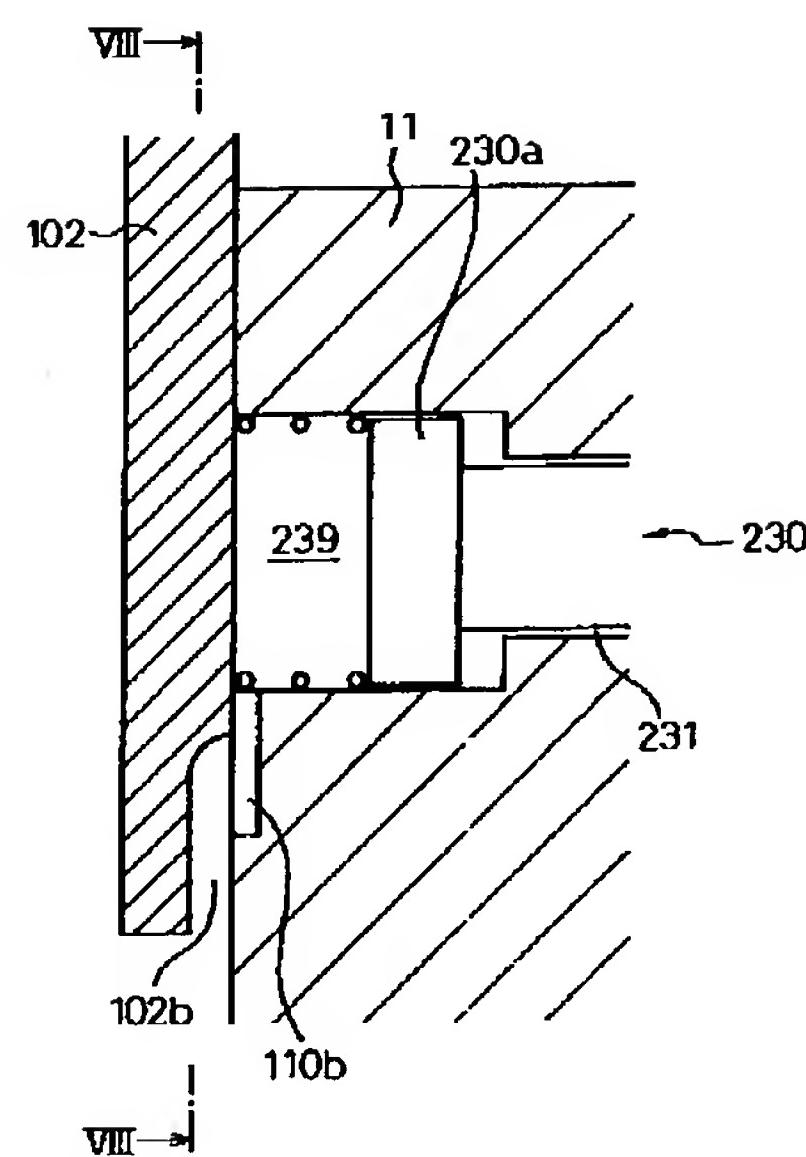


【図6】



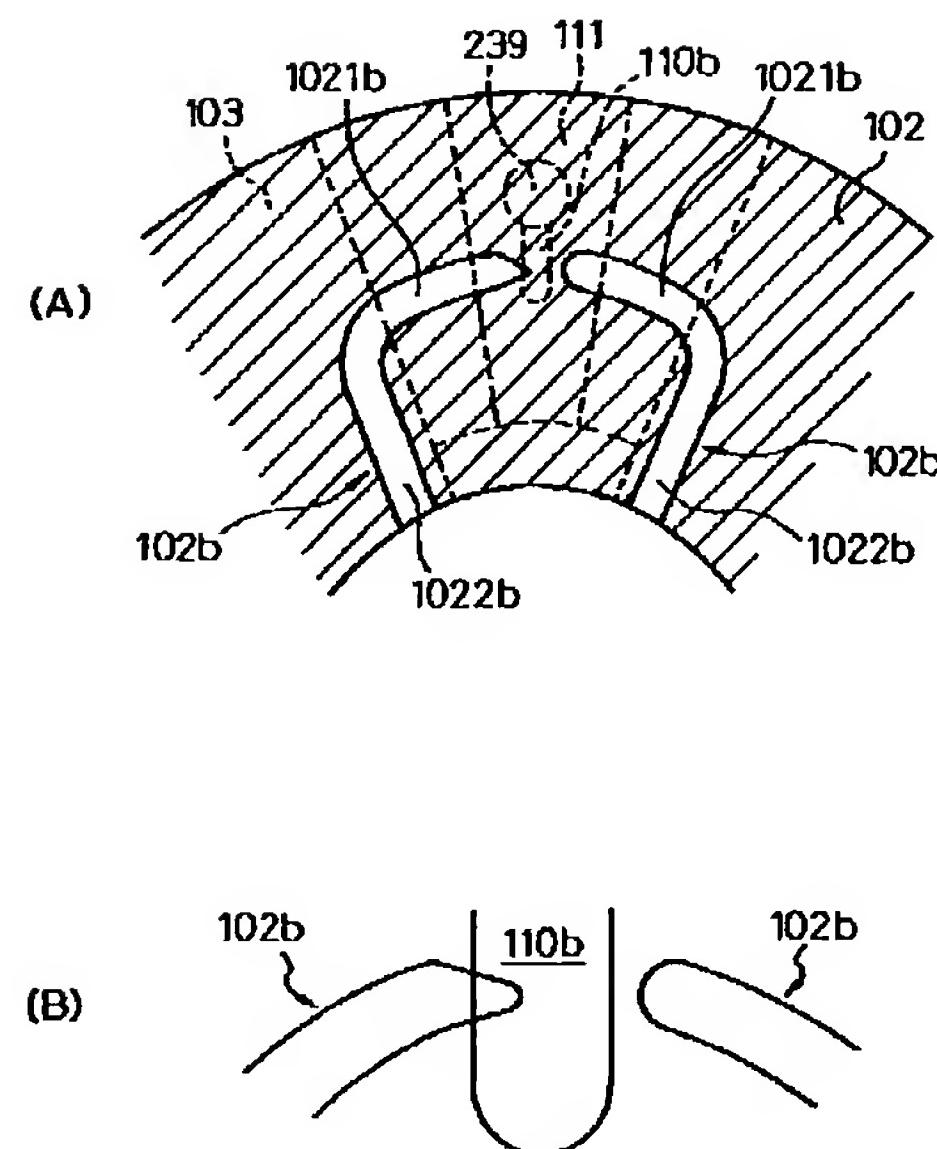
【図7】

図7



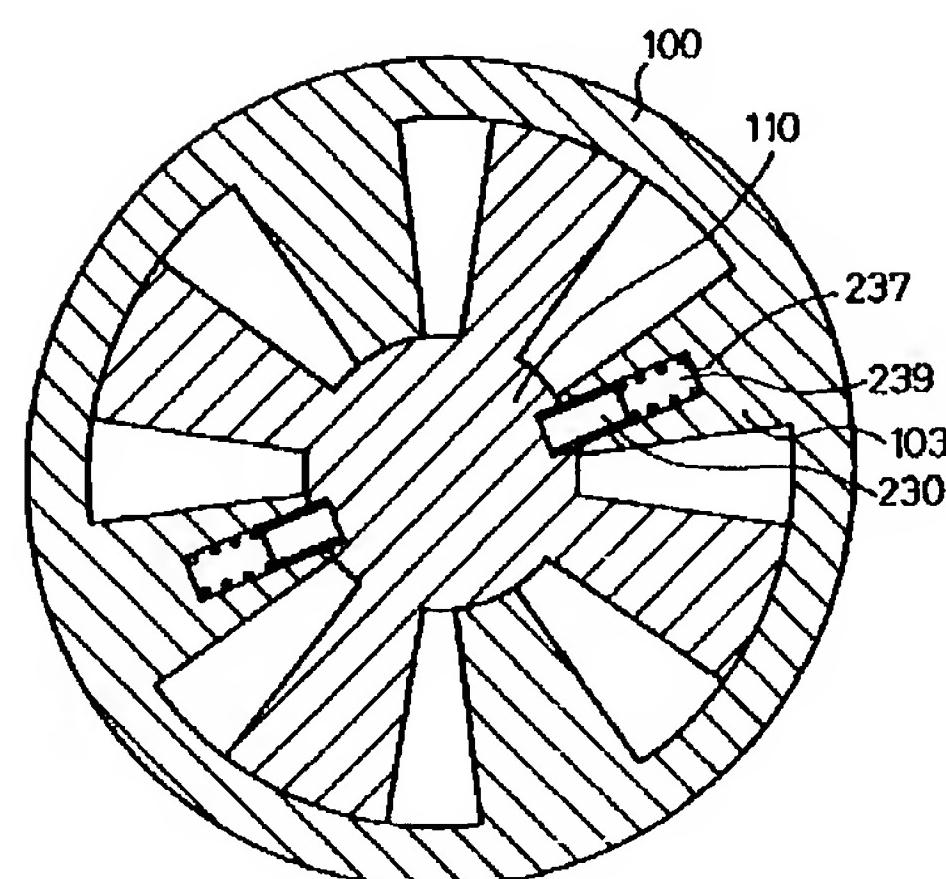
【図8】

図8



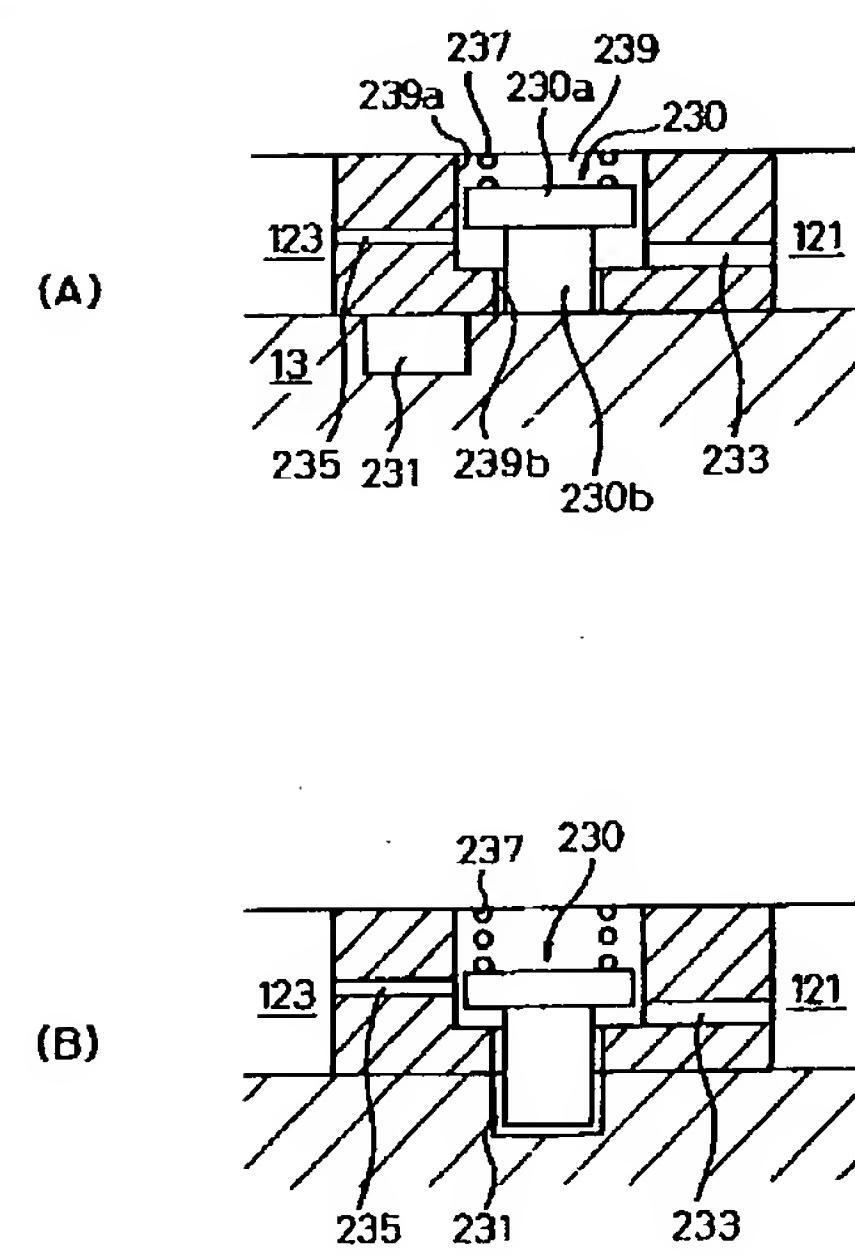
【図9】

図9



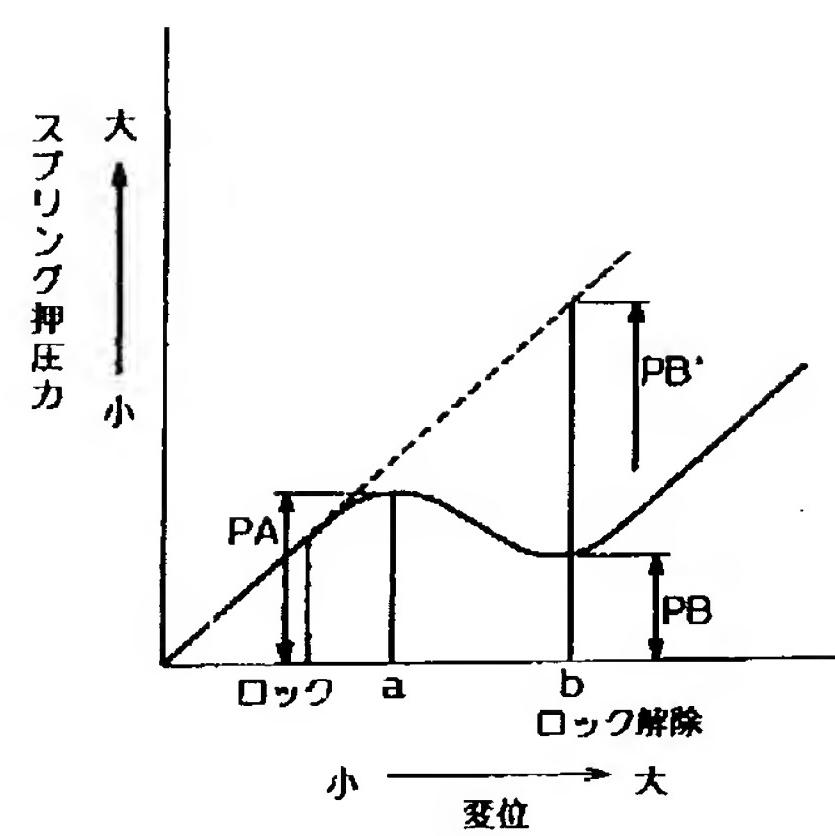
【図10】

図10



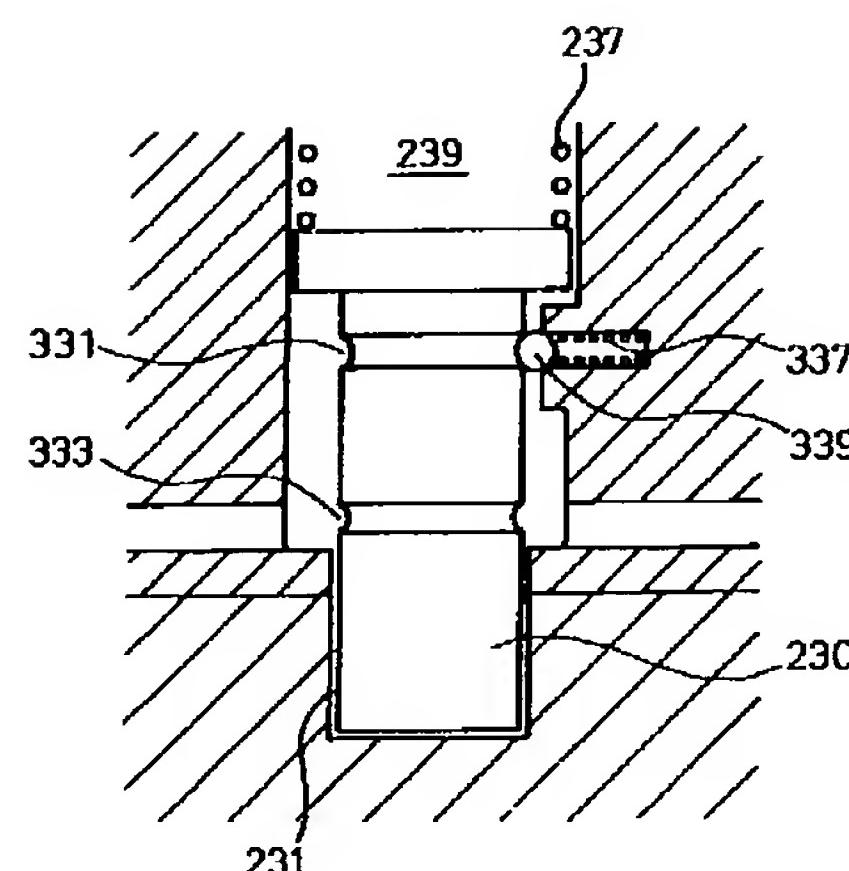
【図11】

図11



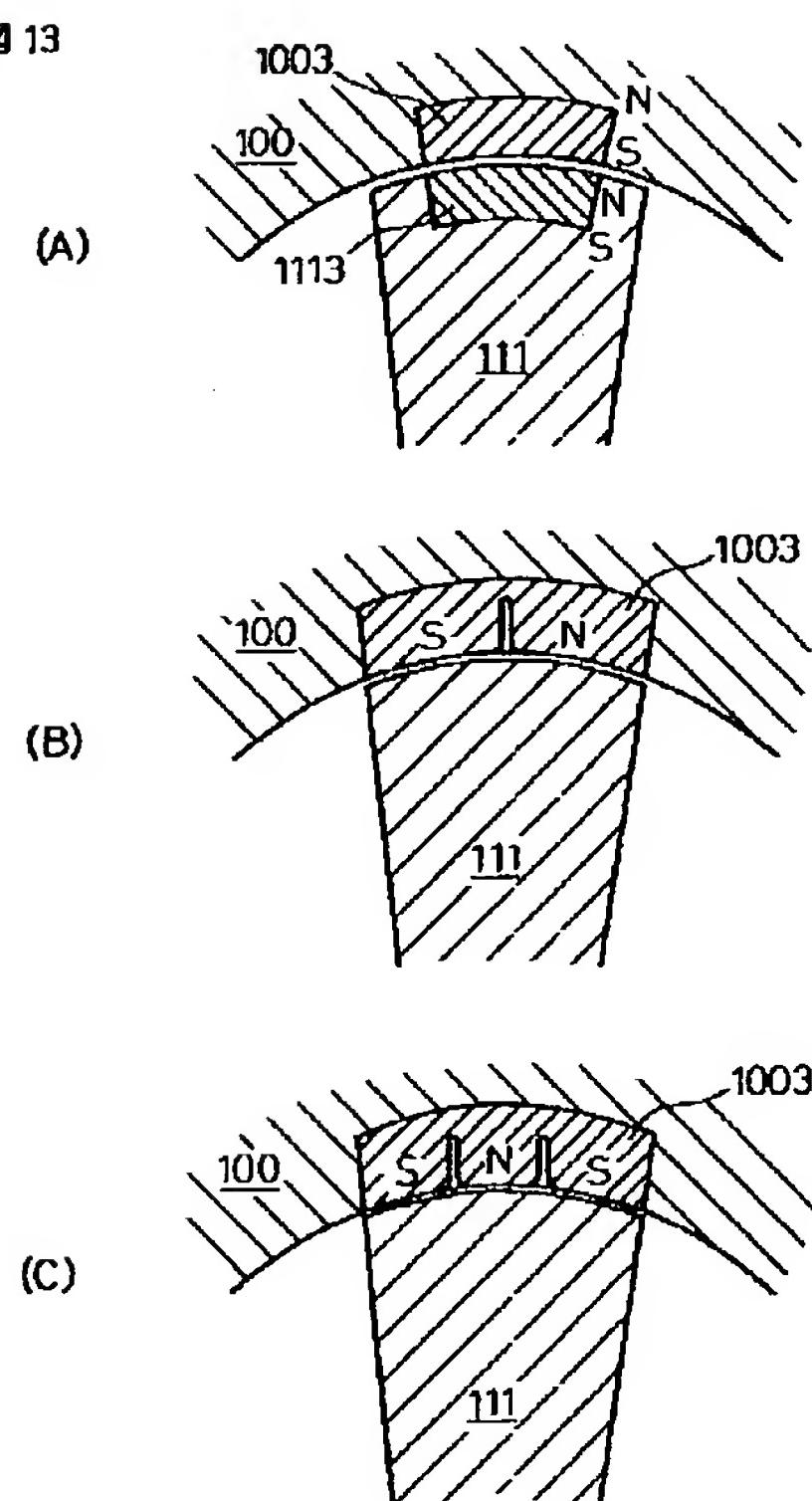
【図12】

図12



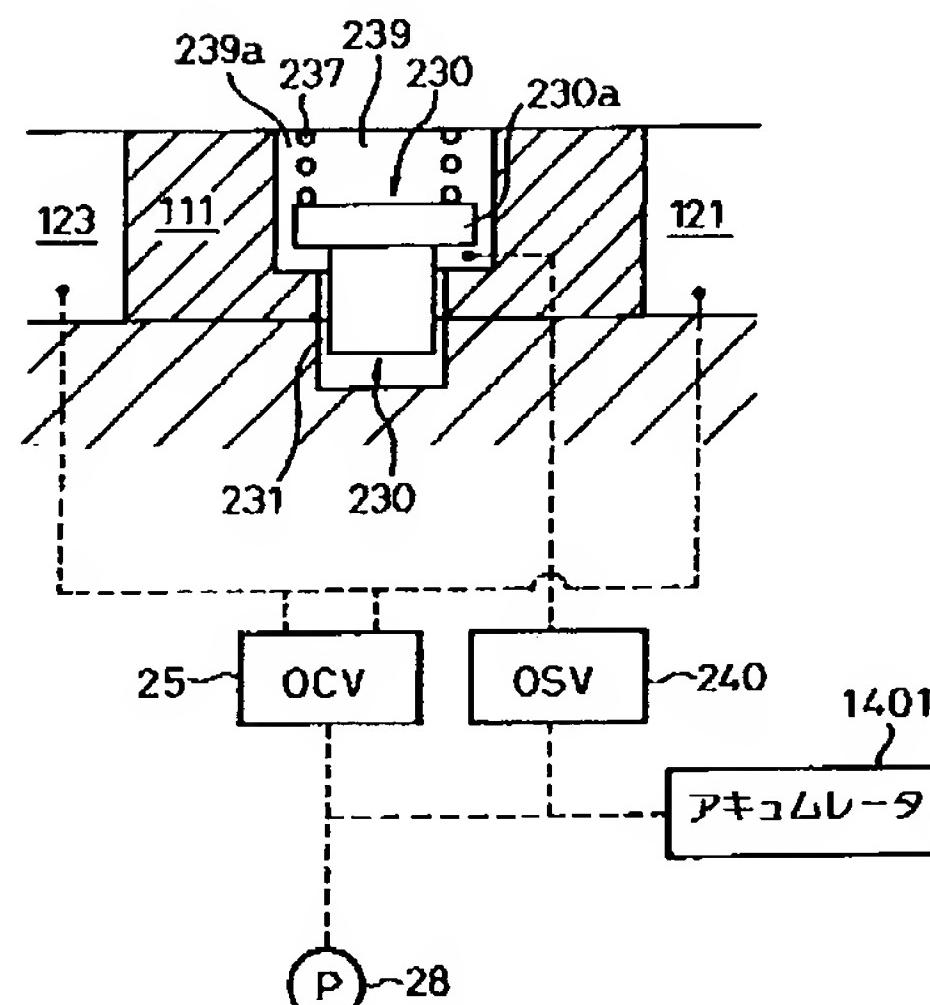
【図13】

図13



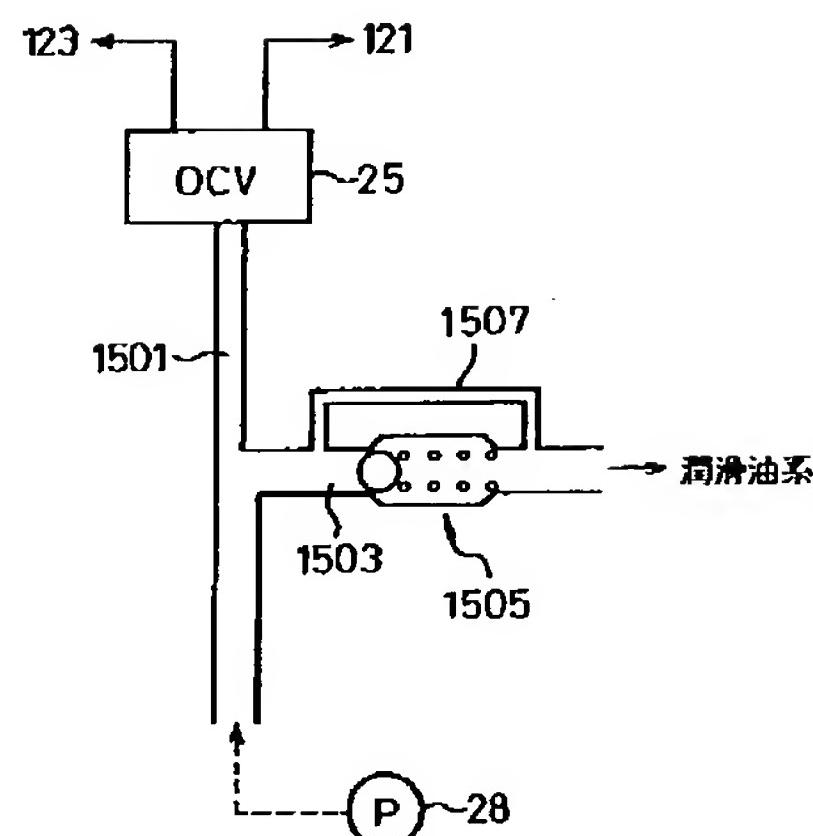
【図14】

図14



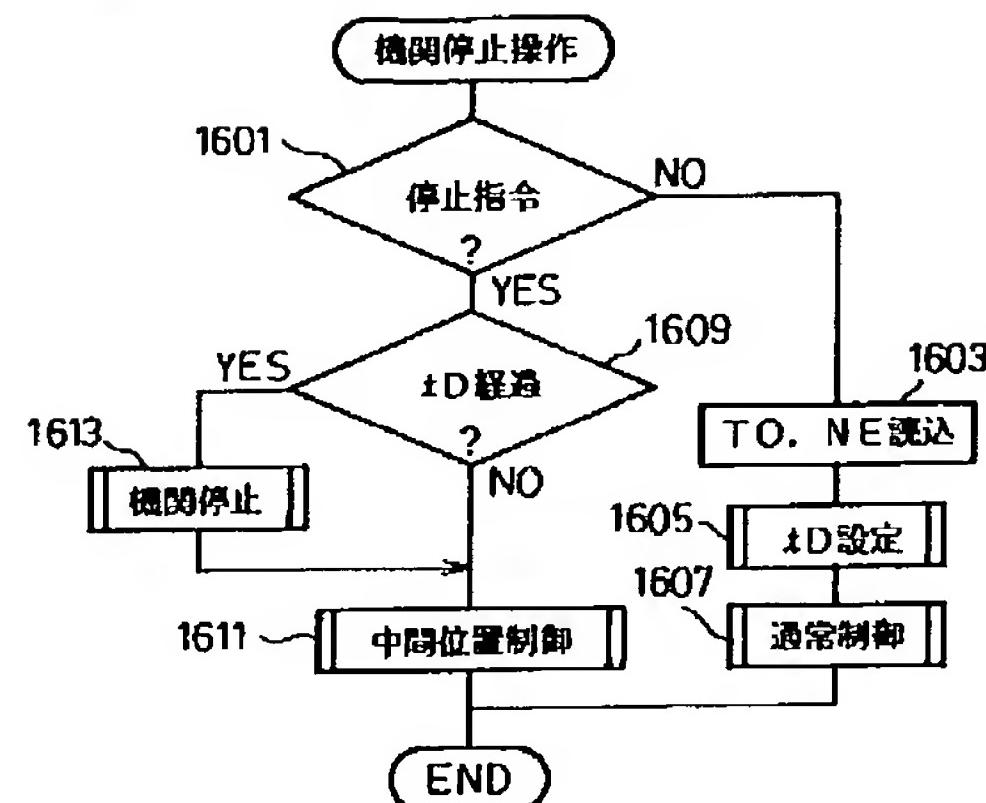
【図15】

図15



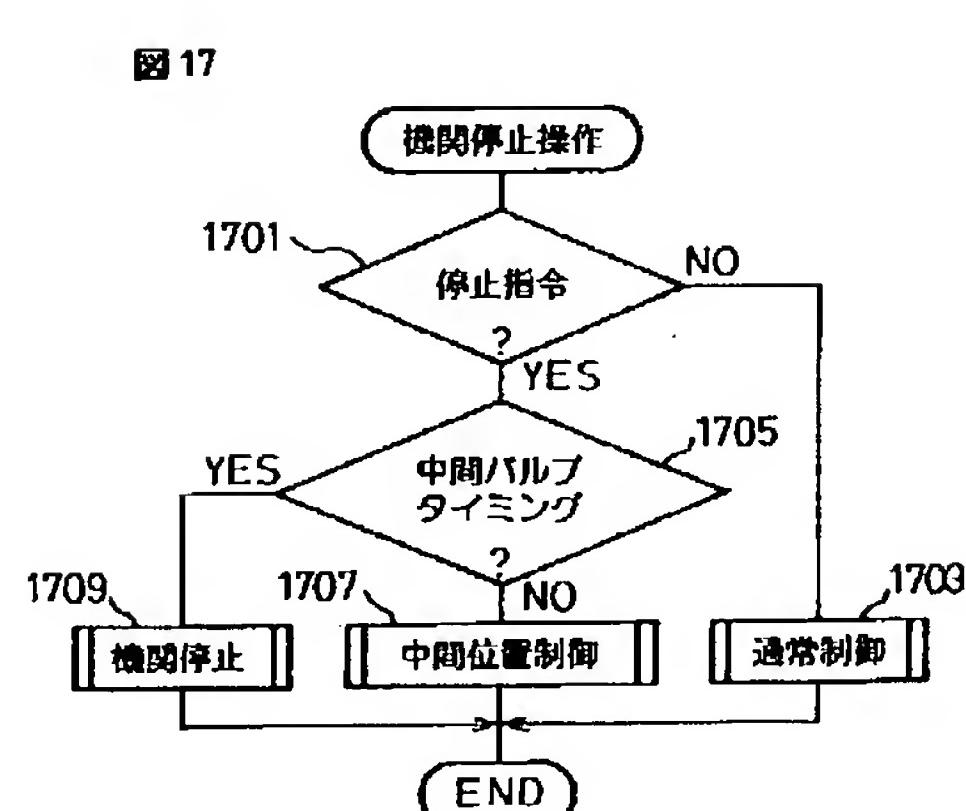
【図16】

図16



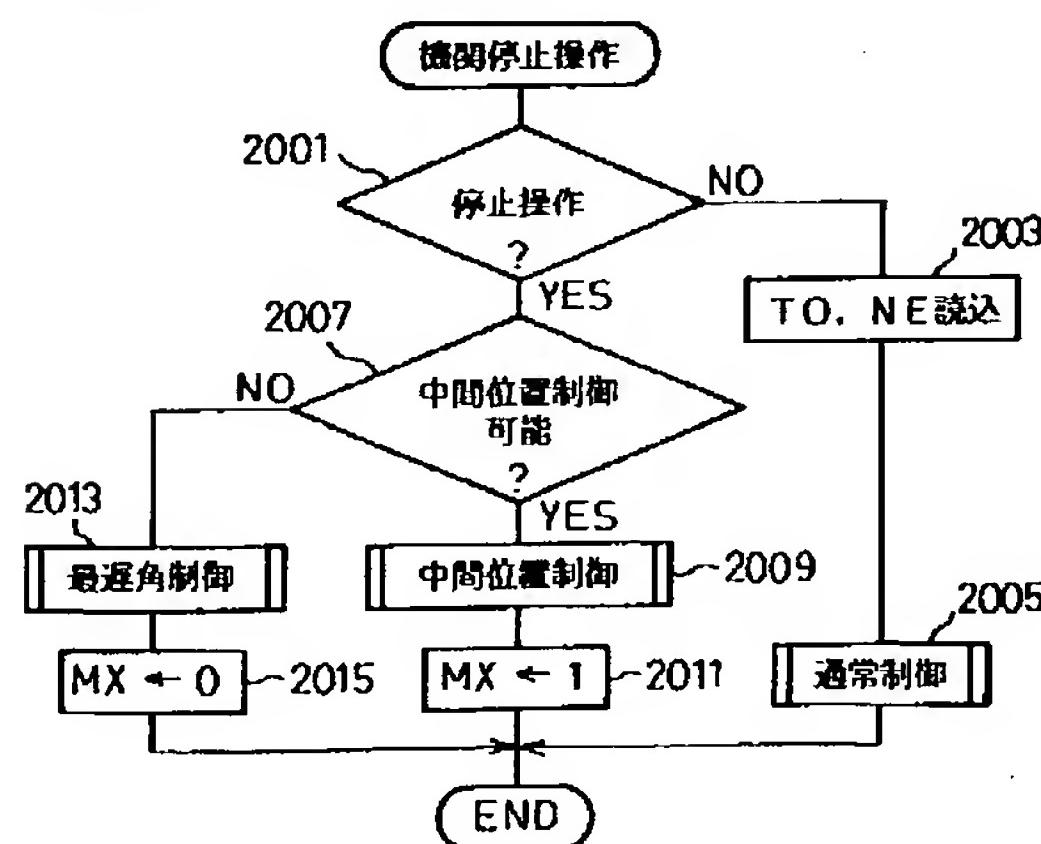
【図18】

図18



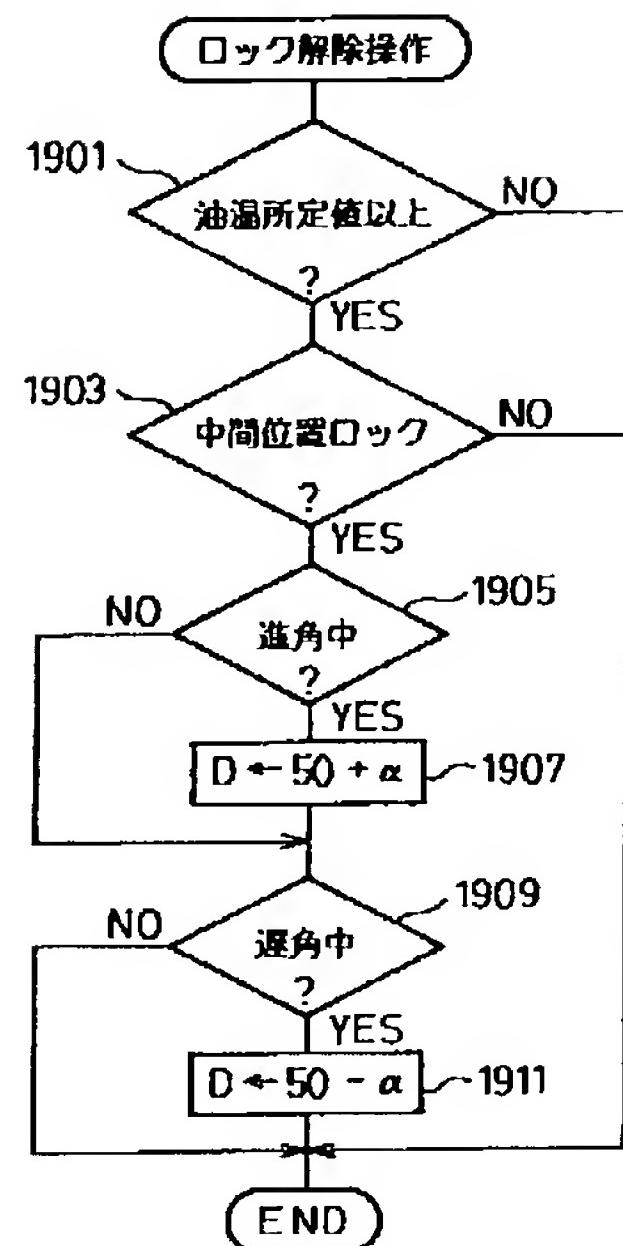
【図20】

図20



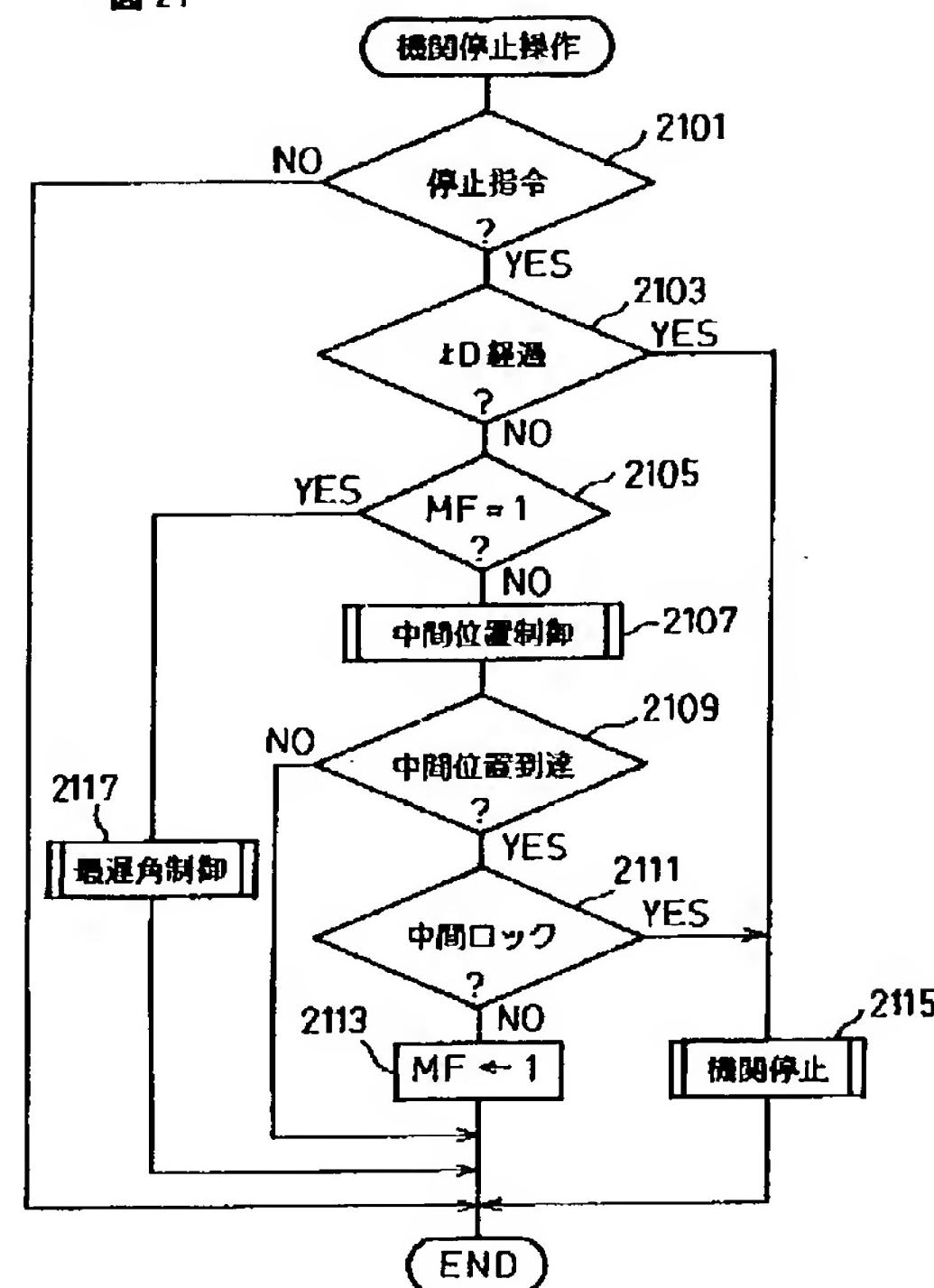
【図19】

図19



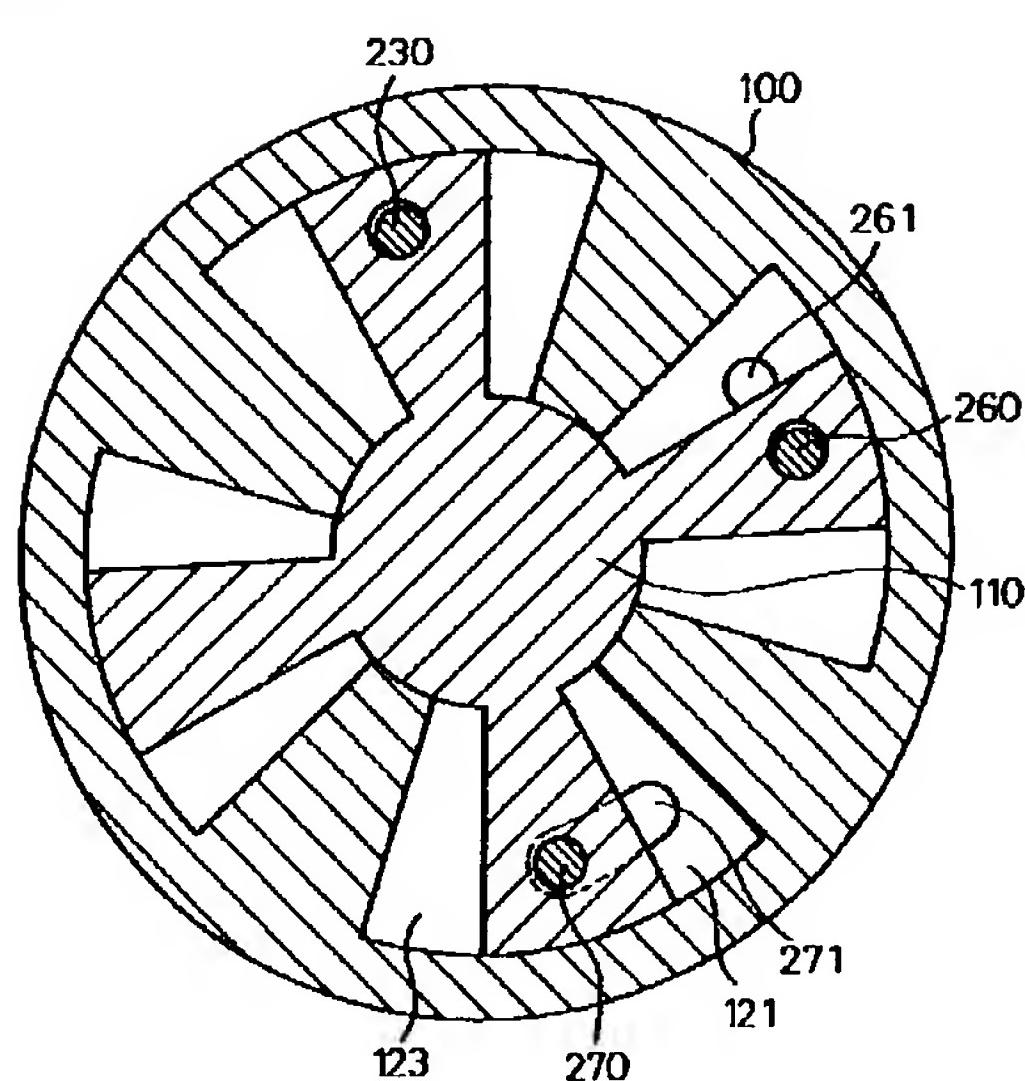
【図21】

図21



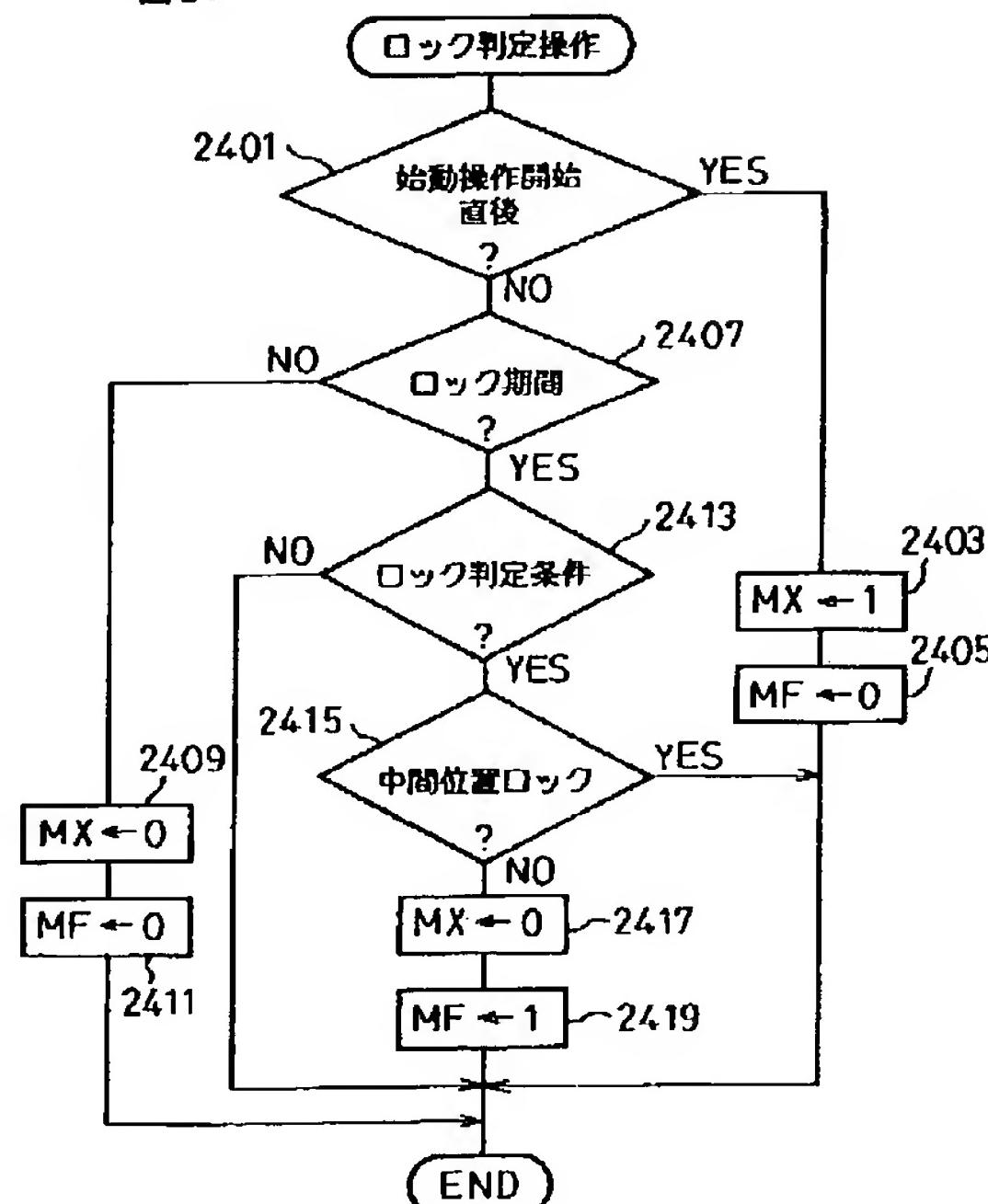
【図22】

図22

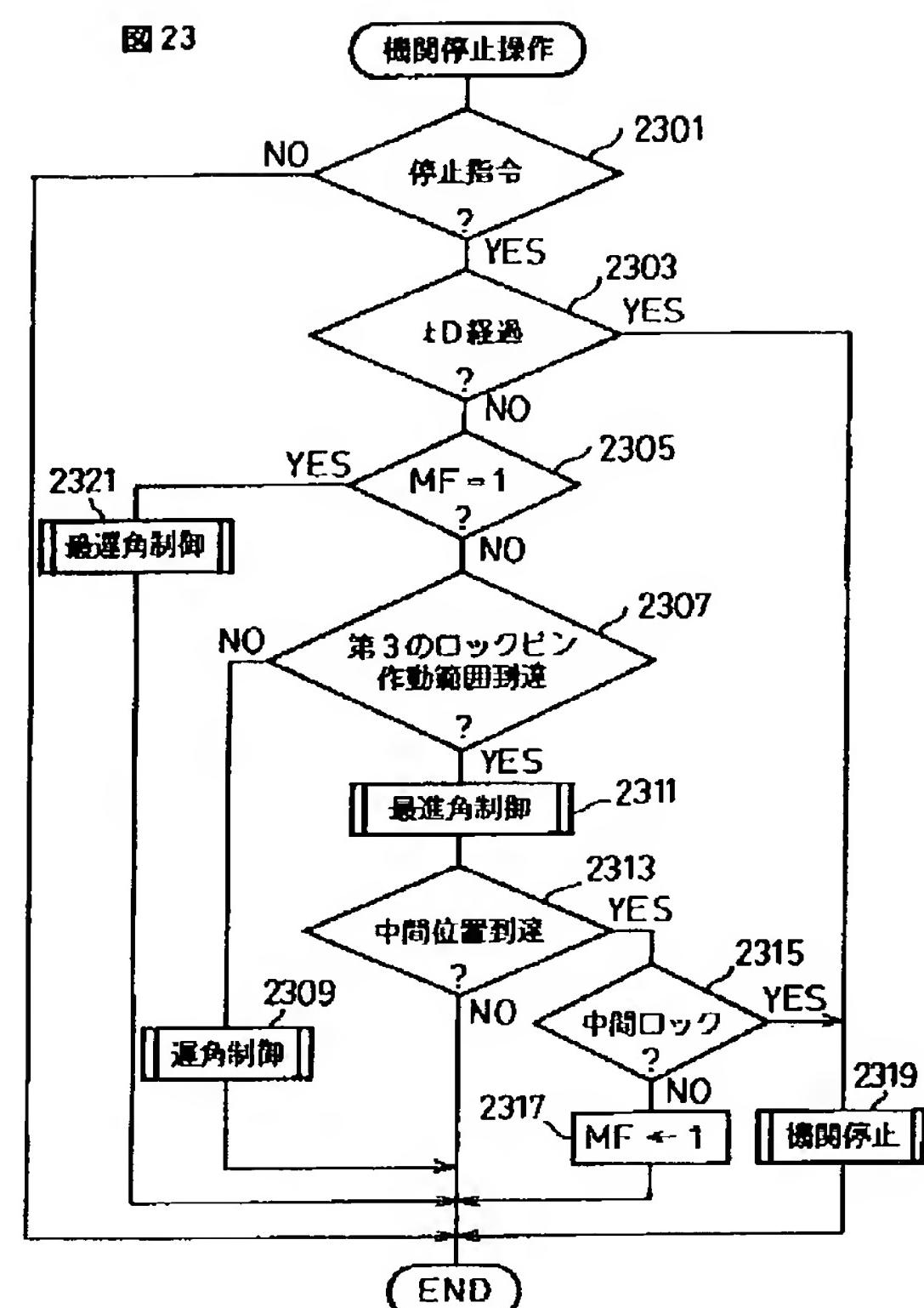


【図24】

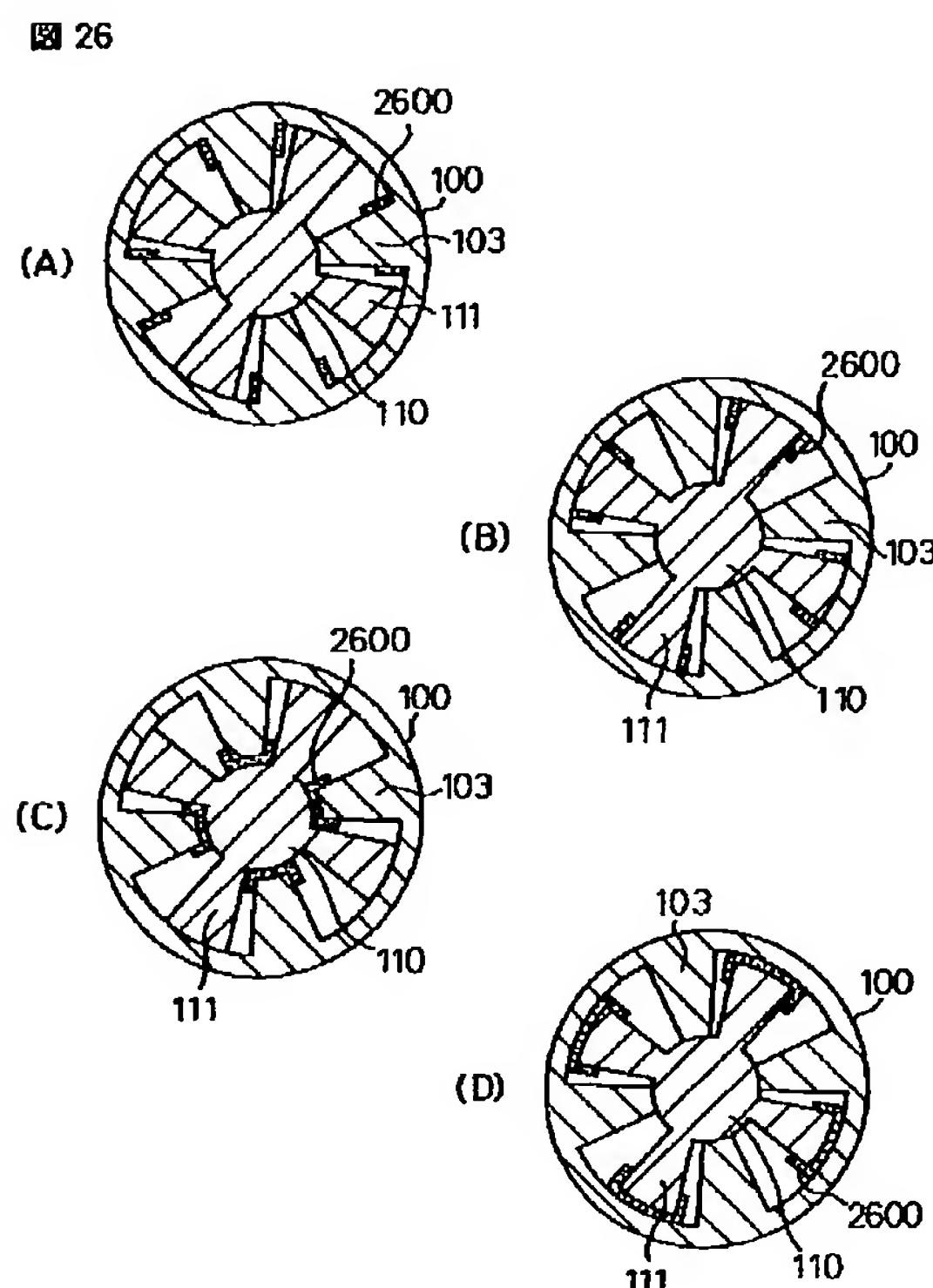
図24



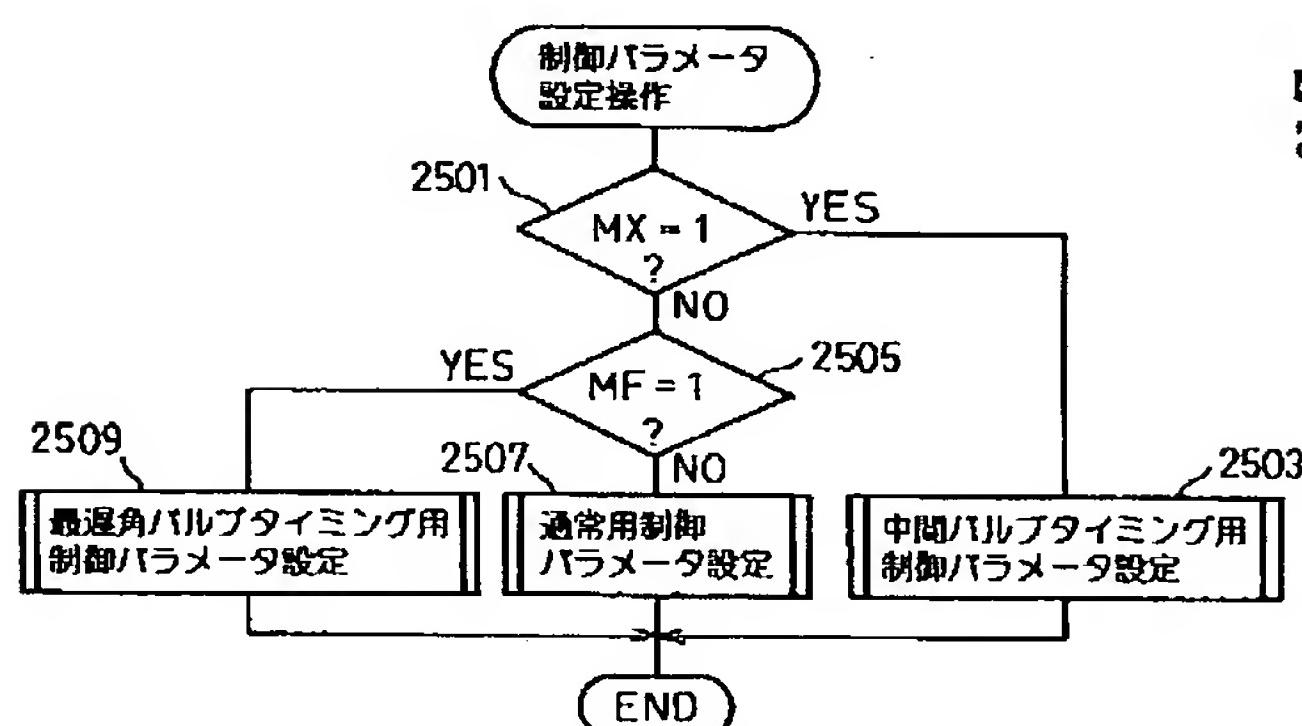
【図23】



【図26】



【図25】



フロントページの続き

(51) Int.CI.⁷F 02 D 41/06
43/00

識別記号

3 3 0
3 0 1

F I

F 02 D 41/06
43/00

テーマコード(参考)

3 3 0 Z
3 0 1 B
3 0 1 H
3 0 1 Z
3 0 1 K

45/00 310

45/00 310G
310B

(72)発明者 藤原 孝彦
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動
 車株式会社内

(72)発明者 大塚 孝之
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動
 車株式会社内

(72)発明者 神山 栄一
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動
 車株式会社内

(72)発明者 立野 学
 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動
 車株式会社内

F ターム(参考) 3G013 AA06 AA07 BB14 BC11 BD14
 BD41 BD47 BD50 CA01 EA02
 3G016 AA02 AA08 AA12 AA19 BA23
 BA28 BA38 BA39 BA42 BA43
 CA04 CA12 CA18 CA21 CA24
 CA33 CA36 CA40 CA46 CA52
 CA59 DA06 DA22 FA38 GA04
 GA07
 3G084 BA05 BA15 BA17 BA23 CA01
 CA07 EA07 EA11 EB08 EC07
 FA00 FA07 FA20 FA33 FA36
 FA38
 3G092 AA11 BB06 DA01 DA02 DA09
 DF04 DF08 DG02 DG05 DG09
 EA01 EA03 EA04 EA08 EA12
 EA13 EA15 EA16 EA17 EA25
 EA26 EA27 EA28 EA29 FA01
 FA14 FA44 GA01 GA10 HA08X
 HB02X HE01Z HE08Z HF19Z
 HF20Z
 3G301 HA19 JA04 JA08 JA21 JA37
 KA01 KA28 LA00 LA03 LA07
 LC04 NE16 NE22 PA01Z
 PE00Z PE01Z PE03Z PE08Z
 PE10Z PF16Z